

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TESIS

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE RENOVACIÓN
DE LA PLANTA DE AIRE COMPRIMIDO PARA EL
INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN UNA
EMPRESA TEXTIL, ICA 2018”**

PRESENTADA POR EL BACHILLER

CÉSAR ELÍAS COFRÉ BARRIENTOS

**PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

ICA – PERÚ

2018

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación a Dios por ser el inspirador para cada uno de mis pasos dados en mí convivir diario.

A mis padres, María y Williams por ser los guías en el sendero de cada acto que realizo hoy, mañana y siempre.

A mis hermanos, por ser el incentivo para seguir adelante con este objetivo.

César

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios, porque ha sabido guiarme por el camino del bien, dándome sabiduría, inteligencia para culminar con éxito una etapa más de mi vida, y poder servir a la sociedad con mis conocimientos, para el progreso del país, el de mi familia y el mío en particular.

A mis padres y hermanos, que con su apoyo incondicional, me han enseñado que nunca se debe dejar de luchar por lo que se desea alcanzar.

A nuestros docentes, por los consejos brindados y a mis compañeros quienes me han ofrecido su amistad sincera y demás personas que colaboraron para este trabajo de investigación.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
TABLA DE CONTENIDOS	IV
ÍNDICE DE GRÁFICOS	X
ÍNDICE DE TABLAS	XII
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
INTRODUCCIÓN	XV
CAPÍTULO I	19
PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	19
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	19
1.2. DELIMITACIONES Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	221
1.2.1. Delimitaciones.....	221
A. Delimitación Espacial.....	221
B. Delimitación Temporal	22
C. Delimitación Social	22
D. Delimitación Conceptual	22
1.2.2. Definición del Problema.....	24
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	255
1.3.1. Problema Principal.....	25
1.4. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	255
1.4.1. Objetivo general.....	25
1.4.2. Objetivos Específicos.....	25
1.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	26
1.6. VARIABLES E INDICADORES	26
1.6.1. Variable Independiente	26
1.6.2. Variable Dependiente	27
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	27
1.7.1. Viabilidad Técnica	27
1.7.2. Viabilidad Operativa.....	27
1.7.3. Viabilidad económica.....	27
1.8. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	27
1.8.1. Justificación.....	27
1.8.2. Importancia.....	28

1.9.	LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	29
1.10.	TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN	29
1.10.1.	Tipo de investigación.	29
1.10.2.	Nivel de investigación	30
1.11.	MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	30
1.11.1.	Método de la investigación.....	30
1.11.2.	Diseño de la investigación.....	31
1.12.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	31
1.12.1.	Técnicas.....	31
1.12.2.	Instrumentos.....	32
1.13.	COBERTURA DE ESTUDIO	333
1.13.1.	Población.....	33
1.13.2.	Muestra.....	34
CAPÍTULO II		36
MARCO TEÓRICO		36
2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	36
2.1.1.	Internacional	36
2.1.2.	Nacional y Local.....	37
2.2.	MARCO HISTÓRICO	37
2.2.1.	Estudio De Factibilidad.....	37
2.2.2.	Compresores.	41
A.	La invención de Von Guericke	41
B.	Los primeros compresores de aire	41
C.	Compresores de aire en la construcción	42
D.	Progresos del siglo XX.....	42
E.	Equipo reciente	43
2.2.3.	Aire Comprimido.....	44
2.2.4.	Productividad.....	46
2.3.	MARCO CONCEPTUAL	48
2.3.1.	Diagrama de Pareto	48
2.3.2.	Diagrama de causa y efecto (Diagrama de Ishikawa)	53
2.3.3.	Enfoque del Porque – Porque	55
A.	Análisis del porque en la resolución de problemas.....	56
B.	Enfoque de los 5 por ques.....	62
C.	El proceso de los 5 por ques.....	63
D.	Etapas de operación en el trabajo del día con día.....	61

2.3.4.	Factibilidad	61
A.	Concepto De Factibilidad.....	62
B.	Objetivos Que Determinan La Factibilidad.....	62
C.	Estructura De La Factibilidad.....	63
D.	Evaluación De Un Proyecto Factible.....	63
E.	Proyecto Factible.....	63
F.	Componentes Del Estudio De Factibilidad	64
G.	Tipos De Factibilidad	64
2.3.5.	Viabilidad.....	66
A.	Concepto De Viabilidad	66
B.	Tipos De Viabilidad	66
2.3.6.	Renovación De Equipos.....	67
A.	¿Porqué Reemplazar Equipo Industrial?	68
B.	El Mejor Momento Para Efectuar El Reemplazo	70
2.3.7.	Productividad	72
A.	Concepto De Productividad En El Análisis Económico	73
B.	Concepto de productividad según diferentes autores:.....	75
C.	Medición de la productividad.....	76
D.	Los Factores De La Producción: Una Visión Global	78
E.	Factor Trabajo En La Medición De La Productividad De Denison	82
F.	Importancia De La Productividad	83
2.4.	MARCO LEGAL	84
2.4.1.	Calidad Del Aire.....	84
2.4.2.	Ruido Ambiental.....	86
2.4.3.	Reglamento De Seguridad Industrial	86
CAPÍTULO III		89
CONSTRUCCIÓN DE LA HERRAMIENTA		89
3.1.	GENERALIDADES	89
3.1.1.	Misión.....	94
3.1.2.	Visión.....	94
3.1.3.	Valores	94
3.1.4.	Objetivo General	94
3.1.5.	Organigrama	95
A.	Gerente General	96
B.	Gerente Administrativo	96
C.	Jefe De Ventas	97

D.	Jefe De Contabilidad.....	97
E.	Jefe De Recursos Humanos	98
F.	Jefe De Producción.....	99
G.	Jefe De Mantenimiento.....	99
3.2.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS ...	101
3.2.1.	Recepción De Materias Primas	106
3.2.2.	Sección Hilanderia.....	106
A.	Apertura, Limpieza Y Mezcla De Fibra.....	106
B.	Cardado	107
C.	Estiraje.....	108
D.	Hilado	108
E.	Empaque.....	108
3.2.3.	Sección Pre - Telares.....	108
A.	Urdido.....	108
B.	Fileta	109
C.	Mercerizado o Caustificado.....	109
D.	Teñido.....	110
E.	Enjuague.....	110
F.	Pre - secado	111
G.	Engomado.....	111
H.	Secado	111
3.2.4.	sección telares.....	111
A.	Tejido	111
3.2.5.	Sección Sanforizado	112
A.	Alimentador de Rollo de Tela	112
B.	Cepilladora.....	112
C.	Chamuscadora	112
D.	Bastidor	113
E.	Humectación	113
F.	Exprimido.....	113
G.	Pre-Distorsión.....	113
H.	Pre-Secado.....	113
I.	Sanforizado.....	113
J.	Fijado y Planchado.....	114
K.	Enrollado y Almacenado.....	114
3.2.6.	Actividades Complementarias	114
A.	Oficina Administrativa	114

B.	Dpto. De Mantenimiento	115
C.	Dpto. De Electricidad y electrónica	115
D.	Dpto. De Seguridad Industrial	115
E.	Tratamiento De Fluentes.....	115
F.	Dpto. De Servicios Generales	116
3.3.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DEL AIRE COMPRIMIDO ACTUAL.....	118
3.3.1.	Compresor.....	119
3.3.2.	Secador.....	120
3.4.	DISEÑO E INVERSIÓN REALIZADA POR EL SISTEMA DE COMPRESOR DE TORNILLO SSR INGERSOLL RAND.....	121
3.4.1.	Diseño Del Sistema De Compresores.....	121
3.5.	CÁLCULO DE COSTO DE PRODUCCIÓN Y PARADAS NO PROGRAMADAS.....	126
CAPÍTULO IV		133
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS		133
4.1.	RESULTADOS DE ELABORACIÓN DE ENCUESTAS.....	133
4.2.	DIAGRAMA DE ISHIKAWA BASADO EN EL ENFOQUE DEL PORQUE - PORQUE	147
4.3.	DIAGRAMA DE PARETO BASADO EN EL ENFOQUE DEL PORQUE - PORQUE	150
4.4.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE AIRE COMPRIMIDO PROPUESTO .	154
4.5.	FUNDAMENTO DE OPERACIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO	154
4.5.1.	Compresor Centrifugo.....	157
4.5.2.	Secador De Aire Principal.....	162
4.5.3.	Sistema De Arranque Inicial	165
4.6.	DISEÑO DE EQUIPOS DEL SISTEMA PROPUESTO	168
4.6.1.	Compresor Centrifugo.....	170
4.6.2.	Secador Principal.....	171
4.6.3.	Sistema De Aire De Arranque	172
4.7.	MONTAJE DEL SISTEMA PROPUESTO	176
4.7.1.	Compresor Centrifugo.....	178
A.	Cimentación.....	1788
B.	Nivelación	180
C.	Grouting.....	181
D.	Tuberías	183
E.	Filtro Y Tubería De Admisión	183
F.	Tubería Bypass.....	185
G.	Tubería De Descarga.....	187
H.	Tubería De Aire De Control	189

I.	Agua De Enfriamiento	189
J.	Drenajes.....	191
K.	Conexiones Eléctricas	194
4.7.2.	Secador De Aire Principal.....	194
4.7.3.	Compresor Centrifugo.....	196
4.8.	PUESTA EN SERVICIO DEL SISTEMA PROPUESTO	198
4.8.1.	Sistema De Arranque	198
A.	Compresor Pequeño.....	198
B.	Secador Pequeño.....	199
4.8.2.	Compresor Centrifugo.....	199
A.	Motor.....	199
B.	Controles	201
C.	Otras Actividades De Pre Arranque.....	202
D.	Arranque.....	202
4.8.3.	Secador De Aire Principal.....	27
4.9.	DISEÑO Y COSTO DEL SISTEMA DEL PROPUESTO.....	204
4.10.	PLAN DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA PROPUESTO.....	213
 CAPÍTULO V.....		216
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		216
5.1.	CONCLUSIONES.....	216
5.2.	RECOMENDACIONES	220
 BIBLIOGRAFÍA.....		221
ANEXOS.....		223

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: Representación Del Proyecto Factible En El Método Sistemático	39
GRÁFICO 2: Dr. Joseph Juran	49
GRÁFICO 3: Vilfredo Y Los 4 Volúmenes De The Mind And Society.....	49
GRÁFICO 4: Diagrama De Pareto	51
GRÁFICO 5: Kaoru Ishikawa	53
GRÁFICO 6: Diagrama De Ishikawa Empleando El Modelo De Las 6M	55
GRÁFICO 7: Diagrama De Flujo De Búsqueda De Hechos Por Relaciones Y El Método Del Por Qué 59	59
GRÁFICO 8: De Causas Probables A Causas Raíces Con El Método De Los 5 Por Qué 60	60
GRÁFICO 9: Ubicación Geográfica De La Empresa	91
GRÁFICO 10: Mapa General De Procesos	101
GRÁFICO 11: Mapa De Procesos De Producción.....	103
GRÁFICO 12: Apertura De Algodón.....	107
GRÁFICO 13: Cardado	107
GRÁFICO 14: Estiraje	108
GRÁFICO 15: Urdido De Hilo	109
GRÁFICO 16: Fileta	109
GRÁFICO 17: Mercerizado De Hilo	110
GRÁFICO 18: Teñido De Algodón	110
GRÁFICO 19: Tejido De Algodón	112
GRÁFICO 20: Alimentador.....	112
GRÁFICO 21: Control De Calidad De Tela.....	114
GRÁFICO 22: Diagrama De Operación De Compresor De Tornillo INGERSOLL - RAND	118
GRÁFICO 23: Sala De Compresores De Tornillo INGERSOLL - RAND.....	120
GRÁFICO 24: Dimensiones De Compresor De Tornillo SSR INGERSOLL - RAND	125
GRÁFICO 25: Paradas No Programadas	129
GRÁFICO 26: Diagrama De Pareto	151
GRÁFICO 27: Diagrama De Operación De Compresor Centrífugo Centac INGERSOLL – RAND	156
GRÁFICO 28: Rotor.....	157
GRÁFICO 29: Thrust Bearing (Cojinete De Empuje)	158
GRÁFICO 30: Shaft Seal (Sello De Carbón)	158
GRÁFICO 31: Tubo Del Enfriador De Aire.....	159
GRÁFICO 32: Tubo Del Enfriador De Aire.....	159
GRÁFICO 33: Compresor Centrífugo CENTAC INGERSOLL RAND.....	160
GRÁFICO 34: Secador Principal De Aire Comprimido	164
GRÁFICO 35: Compresor Pequeño INGERSOLL-RAND	165

GRÁFICO 36: Filtros.....	166
GRÁFICO 37: Secador Pequeño INGERSOLL RAND	166
GRÁFICO 38: Descarga De Compresor Centrífugo Centac INGERSOLL RAND	177
GRÁFICO 39: Cimentación De Compresor Centrífugo Centac INGERSOLL RAND	179
GRÁFICO 40: Descarga De Compresor Centrífugo Centac INGERSOLL RAND	182
GRÁFICO 41: Tubería De Admisión	184
GRÁFICO 42: Tubería De Bypass	186
GRÁFICO 43: Tubería De Descarga.....	188
GRÁFICO 44: Sistema De Agua De Enfriamiento Y Retrolavado De Compresor	192
GRÁFICO 45: Drenaje De Condensados	193
GRÁFICO 46: Conexiones Eléctricas	195
GRÁFICO 47: Dimensiones De Compresor Centrífugo INGERSOLL RAND	207
GRÁFICO 48: Comparación De Gastos Acumulados	212

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Áreas Y Colaboradores De FTP.....	34
TABLA 2: Cronología De Algunas Definiciones Importantes	47
TABLA 3: Niveles De Concentración Máxima Para Calidad Del Aire	85
TABLA 4: Niveles Máximos Para Ruido Ambiental.....	86
TABLA 5: Datos Generales De La Empresa	90
TABLA 6: Artículos De Línea – RÍGIDOS	92
TABLA 7: Artículos De Línea - STRETCH	93
TABLA 8: Diagrama De Análisis De Proceso (DAP).....	117
TABLA 9: Costos De Equipos Seleccionados Compresor De Tornillo SSR INGERSOLL RAND	124
TABLA 10: Costos Por Obras Civiles	124
TABLA 11: Costos De OVERHAUL	124
TABLA 12: Reporte De Paradas No Programadas	128
TABLA 13: Criterios De Evaluación	148
TABLA 14: Valoración De Causas Del Diagrama De Ishikawa.....	149
TABLA 15: 80 - 20 De Pareto	150
TABLA 16: Datos Para Selección De Equipos	168
TABLA 17: Datos De Compresor Centrífugo Centac A Implementar.....	170
TABLA 18: Flujo De Agua De Enfriamiento.....	170
TABLA 19: Datos De Secador Principal A Implementar.....	171
TABLA 20: Datos De Sistema De Arranque	172
TABLA 21: Selección De Filtros.....	175
TABLA 22: Costos De Equipos Seleccionados Compresor Centrífugo Centac INGERSOLL - RAND	175
TABLA 23: Costos Por Obras Civiles	197
TABLA 24: Costos Por Instalación De Tuberías	197
TABLA 25: Parámetros De Emergencia	201
TABLA 26: Parámetros Tensión Y Presión	201
TABLA 27: Costos De Overhaul De Compresor Centrífugo Centac	206
TABLA 28: Costos De Inversión Inicial Del Compresor Centrífugo Y Compresor De Tornillo	208
TABLA 29: Costos De Mantenimientos Compresor Centrífugo CENTAC Y Compresor De Tornillo SSR ..	209
TABLA 30: Otros De Operación Compresor Centrífugo Centac Y Compresor De Tornillo SSR	210
TABLA 31: Costos De Revisión Y Restauración De Motor De Compresor Centrífugo Y Tornillo	210
TABLA 32: Costos De Reparación De Motor De Compresor Centrífugo Y Tornillo Durante Tiempo De Vida De La Maquina	211

RESUMEN

La presente investigación se centra en un “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE RENOVACIÓN DE LA PLANTA DE AIRE COMPRIMIDO PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA TEXTIL, ICA 2018”. El trabajo fue realizado con la aprobación de la Fábrica Textil Tejidos Pisco S.A.C. Es una empresa perteneciente al rubro textil, la cual se dedica a la elaboración y venta de tejidos de algodón, produciendo tela plana de tipo **DENIM** y brindando también servicio de hilatura.

Una compañía de primer mundo siempre trata de mantenerse en el mercado apoyando inversiones y ampliando su eficiencia de productividad. Por tal razón, la Fábrica Tejidos Pisco S.A.C. específicamente en el área aire comprimido, abre las puertas a un proyecto de ingeniería con la intención de renovar y comparar la viabilidad de sustituir los compresores de Tornillo SSR INGERSOLL RAND principales de aire comprimido por un compresor CENTRÍFUGO de la misma marca.

En primer lugar, dentro del presente proyecto se analiza la condición actual de los compresores principales desde la perspectiva Operativa, Técnica y Económica calculando costos generados por paradas no programadas.

Seguidamente, se realiza los fundamentos de operación, montaje, puesta en servicio y mantenimiento del sistema propuesto de los diferentes equipos conectados a la red de aire comprimido, esto con la intención de ajustar el nuevo diseño al contexto operativo actual de la FTP y a las futuras expansiones, ya que una compañía de esta envergadura siempre está proyectando su mirada hacia el futuro; por tal motivo, las condiciones futuras se prevén y se consolidan como pilar fundamental del presente diseño.

Por otro lado, la dimensión de la red de aire comprimido de la FTP obliga a cualquier estudiante de Ingeniería a promover oportunidades de conservación de la energía, por lo que dentro de este proyecto se incorporan propuestas de mejora de algunos sistemas estudiados.

Finalmente, se hacen estudios sobre el costo del aire comprimido para la FTP y se hacen evaluaciones económicas de las diferentes propuestas planteadas, para dejar un criterio más claro a los encargados de la planta de cara a decidir acoger o no el nuevo diseño y las diferentes oportunidades de conservación de energía propuestas.

ABSTRACT

The present investigation focuses on a "STUDY OF FEASIBILITY OF RENOVATION OF THE COMPRESSED AIR PLANT FOR THE INCREASE OF PRODUCTIVITY IN A TEXTILE COMPANY, ICA 2018". The work was carried out with the approval of the Textile Fabrics Factory Pisco S.A.C. It is a company belonging to the textile industry, which is dedicated to the manufacture and sale of cotton fabrics, producing DENIM flat cloth and also providing spinning service.

A first world company always tries to stay in the market by supporting investments and expanding its productivity efficiency. For this reason, the Fábrica Textil Tejidos Pisco S.A.C. Specifically in the compressed air area, it opens the doors to an engineering project with the intention of renewing and comparing the feasibility of replacing the main INRERSOLL RAND SSR Screw compressors with compressed air by a CENTRIFUGAL compressor of the same brand.

In the first place, within the present project, the current condition of the main compressors is analyzed from the Operational, Technical and Economic perspective, calculating costs generated by unscheduled stops.

Next, the fundamentals of operation, assembly, commissioning and maintenance of the proposed system of the different equipment connected to the compressed air network are carried out, this with the intention of adjusting the new design to the current operating context of the FTP and future expansions, since a company of this magnitude is always projecting its look towards the future; for this reason, future conditions are foreseen and consolidated as a fundamental pillar of the present design.

On the other hand, the size of the compressed air network of the FTP forces any engineering student to promote opportunities for energy conservation, so that within this project proposals for improvement of some systems studied are incorporated.

Finally, studies are done on the cost of compressed air for FTP and economic evaluations of the different proposals are made, to leave a clearer criterion to the managers of the plant in order to decide whether or not to accept the new design and the different proposed energy conservation opportunities.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación, tiene como propósito proponer un estudio de factibilidad de renovación de la planta de aire comprimido para el incremento de la productividad en una Empresa Textil, Ica 2018.

El Aire comprimido es uno de los grandes descubrimientos del ser humano, ya que es una forma de producir energía por medio del aire circundante, lo que lo hace una herramienta energética de amplia aplicación, por su facilidad de respuesta y transporte.

El aire del ambiente es, por así decirlo, la materia prima en los sistemas de aire comprimido. Está compuesto básicamente de nitrógeno (78%), oxígeno (21%), argón (0.9%) y trazas (0.1%) de bióxido de carbono, neón, helio y kriptón; físicamente es inodoro, incoloro y no tiene sabor.

El aire comprimido no es otra cosa que el mismo aire del ambiente atrapado en un mecanismo donde se incrementa su presión por la reducción del volumen a través de un proceso mecánico. La máquina que realiza este trabajo es conocida como compresor, del cual existen básicamente dos tipos: los compresores de desplazamiento positivo y los compresores dinámicos.

Un sistema de aire comprimido se divide en dos partes: el suministro y la demanda. Del lado del suministro, encontraremos el paquete de compresión, compuesto por el compresor, el motor del compresor, controladores y equipo de tratamiento del aire, como filtros, enfriadores, secadores, tanques de almacenamiento, etc. Por el lado de la

demanda, están el cabezal principal, compuesto por las líneas principales de distribución, mangueras, reguladores de presión, válvulas, lubricadores, equipo neumático, etc.

Cada uno de los elementos mencionados, tanto del suministro como de la demanda, tienen una aplicación específica para el mejor desempeño del sistema y, en cada caso, se deberá cuidar su funcionamiento a través de un adecuado mantenimiento.

La Fábrica De Tejidos Pisco S.A.C. Es una empresa perteneciente al rubro textil, la cual se dedica a la elaboración y venta de tejido de algodón, produciendo tela plana de tipo DENIM y brindando también servicio de hilatura. La cual presenta una propuesta de un estudio de factibilidad de renovación de la planta de aire comprimido para el incremento de la productividad en la Fábrica Textil Tejidos Pisco S.A.C. Ica, 2018.

Dado que la generación de la propuesta de renovación es una característica inherente a las actividades realizadas por la empresa, Fábrica De Tejidos Pisco S.A.C. considera indispensable la propuesta del presente estudio de investigación por lo que se compromete a realizar todas las actividades y/o estrategias planteadas al término del presente año.

El estudio de investigación ha sido elaborado por la empresa, Fábrica De Tejidos Pisco S.A.C considerando todas las etapas del proceso de producción así como todas las áreas involucradas directamente o indirectamente en el funcionamiento de la planta.

A través del presente estudio de investigación, será posible atacar frontalmente de manera ordenada y con una visión integral, el manejo adecuado de las fallas mecánicas, lo que permitirá continuar con la mejora continua, orden, limpieza y personal completamente capacitado ante cualquier aspecto.

La Fábrica De Tejidos Pisco S.A.C., inició su actividad el 21 de octubre de 1990 con el nombre de COTTONIFICIO SURPERÚ S.A.C. mediante escritura pública, celebrada ante el notario Dr. Mario Cesar Valdivieso, la misma que obra inscrita en la partida N° 11002469 del Registro de Persona Jurídica de la Zona Registral N° XI – Sede Ica Oficina Pisco y a inicios de enero del 2008 la empresa adquirió el nombre de Fábrica De Tejidos Pisco S.A.C.

De acuerdo a lo anterior el presente estudio de investigación se incluyen procedimientos y acciones basados en criterios de mantenimiento y de viabilidad Operativo - técnico - económico para la reducción de las fallas, desde la fuente de generación hasta su disposición final.

El presente trabajo consta de cinco capítulos, desarrollándose cada uno de ellos como sigue a continuación:

En el **CAPÍTULO I**, se muestran los aspectos generales sobre el problema de la investigación, la formulación del problema, objetivos de la investigación, la hipótesis, variables e indicadores, la viabilidad, la justificación, sus limitaciones, el tipo de investigación, las técnicas a utilizar, su población y muestra, cronograma y presupuestos de la investigación.

En el **CAPÍTULO II**, se describen los antecedentes de la investigación, las bases teóricas y la definición de términos por las cuales permiten hacer un estudio de factibilidad de renovación de la planta de aire comprimido para el incremento de la productividad de la Fábrica Textil Tejidos Pisco S.A.C. Ica, 2018.

En el **CAPÍTULO III**, se describen las generalidades de la empresa en investigación, productos elaborados por la empresa, misión, visión, valores, objetivo general, descripción del mapa de procesos, descripción del organigrama, descripción de sus procesos, descripción del DAP y diagnóstico de la situación actual de la empresa.

En el **CAPÍTULO IV**, se detalla el Análisis e interpretación de los resultados y desarrollo de los procesos, resultados obtenidos de la encuesta, análisis de reportes de paradas no programadas, resultados de ahorro a través del tiempo de la renovación de la planta de aire comprimido, costos de la renovación de la nueva planta de aire comprimido y el plan de implementación.

En el **CAPÍTULO V**, finalmente se plantean las conclusiones y recomendaciones como resultado del presente estudio.

Además la presente investigación permitirá a los lectores conocer las recomendaciones de mejora para la propuesta de un estudio de factibilidad de renovación de la planta de

aire comprimido para el incremento de la productividad de la Fábrica Textil Tejidos Pisco
S.A.C. Ica, 2018.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

En estos últimos 20 años la industria textil en el Perú ha experimentado un avance tecnológico en lo referente al uso de maquinaria de mayor producción accionadas por equipos diferentes a los tradicionales. La implementación de tal sistema es pues, una respuesta al espíritu de superación reinante entre los miembros de producción y mantenimiento de los equipos de la empresa y a la corporación y coordinación con los distribuidores locales de equipos.

Hasta el año 1992 los telares que usaba la empresa textil era de tipo lanzadera mecánica. En 1993 y mediante un estudio realizado deciden comprar telares neumáticos y tenerlos en prueba en una planta piloto. El suministro de aire comprimido para el accionamiento de los telares, en ese entonces estaba a cargo de la planta conformado por dos compresores del tipo tornillo lubricado, 1 secador del tipo refrigerado y 1 filtro del tipo coalescente.

Comprobándose en el año 1994 la eficacia de dicho sistema de telares en cuanto a la producción alcanzada, siendo exitosa la producción alcanzada con este sistema de telares, en 1998 se realizó un reemplazo general de los equipos de la planta de aire comprimido por una moderna conformada por 5 compresores de tornillo lubricado, 4 secadoras del tipo refrigerado y 4 filtros del tipo coalescente, todos estos equipos de marca INGERSOLL RAND.

Las evaluaciones realizadas por la empresa comprendieron el ahorro de energía eléctrica, gastos de mantenimiento, área ocupada, pesos totales, servicio de post - venta y rendimiento de la unidad.

La productividad en diferentes empresas depende en gran medida de la modernidad tecnológica; la competitividad del mercado ha exigido y motivado a las empresas a cambiar y actualizar sus equipos y maquinarias. En la reparación y mantenimiento de estos equipos generan pérdida del tiempo y de dinero así como la calidad del servicio a los clientes. La productividad consiste en la relación entre el volumen de producción y los recursos utilizados, por unidad de tiempo, con el propósito de aumentar la capacidad de producción a partir de una cantidad dada de trabajo del hombre y de las máquinas, mediante la intensificación del trabajo del hombre, la introducción de máquinas, y el mejoramiento de la capacidad administrativa. Conceptos afines son la eficiencia, la competitividad; un concepto complementario es el de eficacia. (Martínez C. 2005).

Eficiencia es la capacidad de producción a menor costo. Competitividad es la capacidad que tiene una organización para rivalizar con éxito en el mercado frente a otras oferentes del mismo producto o servicio. Eficacia es la posibilidad de mejorar la productividad y distribuir esa mejora socialmente, en términos de los intereses de la organización, del trabajador, de los clientes, del Estado y de la sociedad en su conjunto" Martínez C. (2005).

La Fábrica Textil Tejidos Pisco S.A.C. ubicada al sur de Lima, en la provincia de Pisco – Ica, empresa fundada en el año 2008, cuenta actualmente con 258 colaboradores, su actividad comercial es la fabricación de hilados y tejidos planos de algodón para la producción de DENIM, en dicha gestión se pudo identificar algunos problemas tales como; un ineficiente suministro de aire comprimido al área de producción esto debido a que existe un inadecuado abastecimiento de presión y que la calidad de aire comprimido no es pura a un 100% ya que la cantidad de partículas de aceite en la línea de los telares hace que el sistema de este compresor no sea el ideal y esto se debe a dos problemas muy importantes, por un lado a paradas no programadas que lo van a generar tanto las altas temperaturas de los compresores como la falta de mantenimiento de estos, y por otro lado la caída de presión debido al uso inadecuado del aire comprimido y a las fugas de aire comprimido debido a la falta de mantenimiento de las tuberías.

Así mismo en cuanto a su tecnología los compresores son deficientes ya que la vida útil de estos compresores es aproximadamente de 12 años, tiempo en el cual ya se debe de realizar su reemplazo. Existe también la falta de un plan de mantenimiento preventivo debido a la falta de un sistema de planificación generado por el desinterés del área administrativa, y costos de repuestos elevados debido a que existe un único proveedor y falta de personal capacitado para el mantenimiento de este tipo de maquinarias.

Una de las causas que se generan es debido a falta de renovación de nuevos equipos modernos que van a beneficiar al incremento de la producción y por ende la productividad; ya que después de un determinado tiempo estas máquinas se vuelven obsoletas o en caso contrario la capacidad de estas máquinas no entregan el mismo rendimiento que unas nuevas. Es así que a través de este trabajo de investigación, se propone un Estudio de factibilidad de renovación de la planta de aire comprimido para el incremento de la productividad de la fábrica Tejidos Pisco S.A.C. Ica 2018.

En consecuencia el efecto que tiene es que hay una baja producción de productos textiles que conlleva a su vez al no abastecimiento del mercado, productos terminados de muy mala calidad, posible pérdida de clientes, costos excesivos por alto consumo de energía eléctrica generando reducción de los ingresos.

Por esta razón se pretende ayudar a la Fábrica Textil Tejidos Pisco S.A.C. a que tenga un conocimiento claro de su nivel productividad y calidad de productos que viene brindando hasta el momento a sus clientes nacionales y extranjeros.

1.2. DELIMITACIONES Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Delimitaciones

A. Delimitación Espacial

El Estudio de factibilidad de renovación de la planta de aire comprimido para el incremento de la productividad de una empresa textil, se encuentra ubicado en prolongación Av. Las Américas s/n, distrito de Pisco, provincia pisco – Ica.

B. Delimitación Temporal

El estudio de investigación presentado se desarrollara durante los meses marzo hasta diciembre del año 2018.

C. Delimitación Social

Para realizar la renovación de la planta de aire comprimido para el incremento de la productividad será necesario la participación de todos los colaboradores de las distintas áreas involucradas tales como; logística, compras, producción, mantenimiento, electricidad y personas a cargo de dicha sección (ingenieros, supervisores, operarios, mecánicos, ayudantes) que intervienen de una u otra manera en el suministro y consumo de esta tipo de energía.

D. Delimitación Conceptual

1. Estudio de factibilidad de renovación de planta de aire comprimido

Se afirma en Herramientas de Planeación Administrativa (2013) que Factibilidad es “La disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas propuestas, la factibilidad se apoya en 3 aspectos básicos: operativo, técnico y económico”.

Según Varela (2005), se entiende por Factibilidad las posibilidades que tiene de lograrse un determinado proyecto. El estudio de factibilidad es el análisis que realiza una empresa para determinar si el negocio que se propone será bueno o malo, y cuáles serán las estrategias que se deben desarrollar para que se exitoso.

El Diccionario de la Real Academia Española, define la Factibilidad como la “cualidad o condición de factible”. Factible: “que se puede hacer”.

No es otra cosa que el análisis comprensivo que sirve para recopilar datos relevantes sobre el desarrollo del proyecto y en base a ello tomar la mejor decisión y si se procede su estudio,

desarrollo o implementación para la renovación y/o modernización de una planta de aire comprimido la cual el aire del ambiente es, por así decirlo, la materia prima en los sistemas de aire comprimido. Está compuesto básicamente de nitrógeno (78%), oxígeno (21%), argón (0.9%) y otros (0.1%) de bióxido de carbono, neón, helio y kriptón; físicamente es inodoro, incoloro y no tiene sabor.

El aire comprimido no es otra cosa que el mismo aire del ambiente atrapado en un mecanismo donde se incrementa su presión - por la reducción del volumen - a través de un proceso mecánico. La máquina que realiza este trabajo se llama compresor.

2. Productividad

La Organización Internacional Del Trabajo (OIT) define que los productos son fabricados como resultados de la integración de cuatro elementos principales: tierra, capital, trabajo y organización. La relación de estos elementos es una medida de la productividad. Un concepto más conocido es la tradicional relación entre insumos y resultados; sin embargo para algunos autores esto no es suficiente.

¿Qué es entonces la productividad?

Existen diferentes definiciones en torno a este concepto ya que se ha transformado con el tiempo. Según Martínez C. (2007) la productividad es un indicador que refleja que tan bien se están usando los recursos de una economía en la producción de bienes y servicios; traducida en una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos, denotando además la eficiencia con la cual los recursos humanos, capital, conocimientos, energía, etc. son usados para producir bienes y servicios en el mercado.

Por lo anterior, puede considerarse la productividad como una medida de lo bien que se han combinado y utilizado los recursos para cumplir los resultados específicos logrados.

Factores que conforman la productividad

Según Núñez (2007), el concepto de productividad ha evolucionado a través del tiempo y en la actualidad son diversas las definiciones que se ofrecen sobre la misma, así mismo de los factores que la conforman, sin embargo hay ciertos elementos que se identifican como constantes, estos son: la producción, el hombre y el dinero.

La producción, porque en definitiva a través de esta se procura interpretar la efectividad y eficiencia de un determinado proceso de trabajo en lograr productos o servicios que satisfagan las necesidades de la sociedad, en el que necesariamente intervienen siempre los medios de producción, los cuales están constituidos por los más diversos objetos de trabajo que deben ser transformados y los medios de trabajo que deben ser accionados.

El hombre, porque es quien pone aquellos objetos y medios de trabajo en relación directa para dar lugar al proceso de trabajo; Dinero, ya que es un medio que permite justipreciar el esfuerzo realizado por el hombre y su organización en relación con la producción y sus productos o servicios y su impacto en el entorno. Entre los factores a medir en productividad están: la eficiencia, la efectividad, la eficacia, y la relevancia. Uno de los métodos más novedosos que se conoce para la medición de la productividad, específicamente para medir eficiencia, es el modelo de frontera llamado Análisis Envolvente de Datos (DEA).

1.2.2. Definición del Problema

La Fábrica Textil Tejidos Pisco S.A.C. ubicada al sur de Lima, en la provincia de Pisco – Ica; en dicha gestión se pudo identificar algunos problemas como: Alto consumo de energía eléctrica, la calidad del aire comprimido no es el ideal, la vida útil de estos compresores son cortos, los costos de repuestos y mantenimientos son altos, el ruido generado por estas máquinas sobrepasan los límites de decibeles permisibles, el espacio ocupado por estas maquinarias son grandes dando así el origen

de nuestro problema general, ya que de ahí parte la necesidad de realizar un Estudio de factibilidad de renovación de la planta de aire comprimido y realizar el correcto uso de la energía, reducción de costos de mantenimiento y a su vez brindar una mejor calidad de aire comprimido al área de producción.

¿Cuál es la efectividad de la renovación de los compresores de tornillo por un compresor centrífugo?

¿Renovando los compresores de aire comprimido, mejorarían en calidad los productos terminados?

¿Qué tan importante es la renovación de los compresores de tornillo con un compresor centrífugo?

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1. Problema Principal

¿Cuán factible es la renovación de la planta de aire comprimido para el incremento de la productividad en la Fábrica Textil Tejidos Pisco S.A.C., Ica 2018?

1.4. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Proponer un estudio de factibilidad de renovación de la planta de aire comprimido para el incremento de la productividad en la Fábrica Textil Tejidos Pisco S.A.C. Ica 2018.

1.4.2. Objetivos Específicos

- ✓ Elaborar un diagnóstico de la situación actual de la planta de aire comprimido en la Fábrica Textil Tejidos Pisco S.A.C. con el fin de reducir costos y mejorar la productividad.
- ✓ Establecer los planes de acción correctivos necesarios para ajustar la situación actual de la empresa a los requisitos exigidos por el área de producción.
- ✓ Realizar una descripción del sistema de suministro de aire comprimido actual.

- ✓ Presentar el Diseño e Inversión realizado por el sistema actual de Compresor de Tornillo SSR INGERSOLL RAND.
- ✓ Realizar un análisis del costo de producción y paradas no programadas del sistema de aire comprimido actual.
- ✓ Elaborar encuestas.
- ✓ Elaborar diagrama de Ishikawa.
- ✓ Realizar el Enfoque del Porque – Porque.
- ✓ Elaborar diagrama de Pareto.
- ✓ Elaborar descripción del sistema de suministro de aire comprimido propuesto.
- ✓ Presentar fundamento de operación del sistema propuesto.
- ✓ Presentar propuesta de diseño de equipos de sistema propuesto.
- ✓ Presentar fundamento de montaje del sistema propuesto.
- ✓ Presentar fundamento de puesta en servicio del sistema propuesto.
- ✓ Realizar un análisis de inversión del sistema propuesto.
- ✓ Presentar programa de mantenimiento preventivo del sistema propuesto.

1.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Si se comprueba la factibilidad de renovación de la planta de aire comprimido, entonces incrementará la productividad de la empresa textil, Ica 2018.

1.6. VARIABLES E INDICADORES

1.6.1. Variable Independiente

X = La factibilidad de renovación de la planta de aire comprimido

A. Indicadores

- ✓ Factibilidad económica
- ✓ Factibilidad técnica
- ✓ Factibilidad operativa

B. Índices.

- ✓ Costos de implementación
- ✓ Costos de mano de obra
- ✓ Costos de adquisición de maquinaria y materiales.

1.6.2. Variable Dependiente

Y = La productividad.

A. Indicadores

- ✓ Materia prima
- ✓ Maquinaria a utilizar
- ✓ Recursos humanos
- ✓ $P = \frac{\text{productos totales generados en el periodo}}{\text{insumos totales empleados en el proceso productivo}}$

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1. Viabilidad Técnica

Para llevar a cabo el estudio de investigación, se contará con los recursos técnicos necesarios para su completo desarrollo, además se contará con el apoyo de los involucrados, en este caso, de los ingenieros a cargo de esta área, supervisores y técnicos tanto de la empresa como la empresa tercera a cargo de los respectivos mantenimientos.

1.7.2. Viabilidad Operativa

Se dispondrá con todos los conocimientos e información requerida en referencia al tema de renovación de planta de aire comprimido, así como el suministro y conservación del aire comprimido para lo que se contará con el apoyo de expertos en el tema y trabajadores con experiencia en el rubro.

1.7.3. Viabilidad económica

La realización del estudio de investigación presentada, será viable económicamente debido a que los costos serán asumidos en su totalidad por el investigador.

1.8. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.8.1. Justificación

A través del presente estudio de investigación se pretende conocer el estudio de factibilidad de renovación de la planta de aire comprimido para el incremento de la productividad en la Fábrica Textil Tejidos Pisco S.A.C. Ica 2018.

Debido a la gran cantidad de equipos neumáticos con que cuentan las maquinarias de las líneas de fabricación de hilados y tejidos planos de algodón para la producción de DENIM, y a los altos requerimientos de producción de las mismas, el sistema de aire comprimido cumple un papel muy importante en dicho proceso productivo, así como también las otras áreas de servicios, por este motivo se hace necesario que la disponibilidad de que dicho sistema sea alta, y que tanto los equipos principales de generación de aire comprimido como los equipos auxiliares se mantengan en excelentes condiciones de operación y cumplan en todo momento con los requerimientos de consumo y presiones adecuadas para que la distribución hacia los equipos que lo utilizan se mantengan de acuerdo a las necesidades que lo exijan.

Para resolver la problemática planteada se pretende desarrollar la renovación de la planta de aire comprimido que permita suministrar a toda la empresa y en especial al área de producción la presión y calidad adecuada de aire comprimido con la finalidad de obtener una mayor productividad y eficiencia para que los productos terminados se realicen en menos tiempo y sean de mayor calidad obteniendo así los resultados positivos al momento de su uso.

También se justifica porque es un sistema que puede ser utilizada por cualquier operario que labore dentro de esta empresa, la facilidad de la operación del sistema permite al cliente tener resultados inmediatos al momento del arranque.

Es necesario el desarrollo del proyecto presentado ya que va a permitir fortalecer e incrementar la productividad a través de la renovación de la planta de aire comprimido; además de realizar el aprovechamiento eficiente del aire del medio ambiente, generando aportes económicos por medio del desarrollo sostenible.

1.8.2. Importancia.

La importancia de este proyecto se enmarca dentro de tres aspectos importantes en los cuales se ve inmersa La Sociedad, ya que el objetivo

es realizar el aprovechamiento eficiente del aire del medio ambiente, generando aportes económicos por medio del desarrollo sostenible.

En el aspecto Económico el proyecto es importante ya que se le dará un uso eficiente del aire del medio ambiente y por ende sin ningún valor, lo cual va a ser utilizado para el funcionamiento de otras maquinarias para generar nuevos productos, focalizando así el beneficio económico directamente a la sociedad.

La importancia del proyecto en el ámbito Productivo será porque se cumplirá el objetivo principal de reducir los índices costos que ejercen actualmente trabajar con estos compresores en la empresa textil.

Por último la importancia de la renovación se establece en que permite a la empresa conquistar nuevos mercados, aumentar la productividad y mejorar la competitiva.

1.9. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

No habrá limitaciones en el estudio presentado ya que se dispondrá de toda la información requerida y se contara con la ayuda de los colaboradores (Recursos Humanos), se tendrá acceso a equipos, técnicas y materiales (Recursos Técnicos) y se contara con el dinero suficiente (Recursos Económicos) para llevarse a cabo, y se cuenta con la disponibilidad de todo el personal involucrado dentro de la Empresa Textil.

1.10. TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

1.10.1. Tipo de investigación.

Siguiendo la metodología de (Hernández, Fernández Y Baptista, 2003). Hay estudios Exploratorios, Descriptivos, Correlacionales Y Explicativos. Este es un estudio **DESCRIPTIVO** de enfoque cuantitativo pues se recolectaran datos sobre diferentes aspectos de los compresores a estudiar y se realizara un análisis y medición de los mismos.

“La investigación descriptiva busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice” (Hernández, Fernández Y Baptista. P. 119).

Los estudios descriptivos miden de manera más bien independientes los conceptos o variables a los que se refieren y se centran en medir con la mayor precisión (Hernández, Fernández Y Baptista, 2003).

Así mismo, el estudio tiene un enfoque cuantitativo. Ya que es necesario para poder analizar los resultados de las herramientas que se aplicaran a los compresores de la empresa.

El enfoque cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis previamente hechas. Confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de estadísticas para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población (Hernández, Fernández Y Baptista, 2003. P. 5).

1.10.2. Nivel de investigación

El nivel de profundidad de la investigación es **DESCRIPTIVO**, el cual permite como su nombre lo indica describir las situaciones, los fenómenos o los eventos que nos interesan, midiéndolos, y evidenciando sus características.

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Danhke, (1989 citado por y Hernández, Fernández y Baptista, 2004).

1.11. MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.11.1. Método de la investigación

El método de investigación es **HIPOTÉTICO - DEDUCTIVO** ya que es el procedimiento o camino que sigue el investigador para hacer de su actividad una práctica científica. El método hipotético - deductivo tiene varios pasos esenciales: observación del fenómeno a estudiar, creación de una hipótesis para explicar dicho fenómeno, deducción de consecuencias o proposiciones más elementales que la propia hipótesis, y verificación o comprobación de la verdad de los enunciados deducidos comparándolos con la experiencia. Este método obliga al científico a combinar la reflexión racional o momento racional (la formación de

hipótesis y la deducción) con la observación de la realidad o momento empírico (la observación y la verificación).

1.11.2. Diseño de la investigación

El diseño de investigación es **NO EXPERIMENTAL**.

1.12. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

1.12.1. Técnicas.

✓ Encuesta

La encuesta es la búsqueda sistemática de información en la que el investigador pregunta a los investigados sobre los datos que desea obtener, y posteriormente reúne estos datos individuales para obtener durante la evaluación datos agregados. Mayntz R. (1976, 133), citados por Díaz de Rada (2001, 13).

✓ Observación

La observación es la acción de observar, de mirar detenidamente, en el sentido del investigador es la experiencia, es el proceso de mirar detenidamente, o sea, en sentido amplio, el experimento, el proceso de someter conductas de algunas cosas o condiciones manipuladas de acuerdo a ciertos principios para llevar a cabo la observación.

Observación significa también el conjunto de cosas observadas, el conjunto de datos y conjunto de fenómenos. En este sentido, que pudiéramos llamar objetivo, observación equivale a dato, a fenómeno, a hechos (Pardinas, 2005:89).

En opinión de Sabino (1992:111-113), la observación es una técnica antiquísima, cuyos primeros aportes sería imposible rastrear. A través de sus sentidos, el hombre capta la realidad que lo rodea, que luego organiza intelectualmente y agrega: La observación puede definirse, como el uso sistemático de nuestros sentidos en la búsqueda de los datos que necesitamos para resolver un problema de investigación.

En conclusión la observación permite conocer la realidad mediante la percepción directa de los objetos y fenómenos.

✓ **Análisis Documentario**

En la investigación documental se ocupa del estudio de problemas planteados a nivel teórico y la información para abordarlos se encuentra fundamentalmente en materiales impresos, audiovisuales y/o electrónicos, es decir en las llamadas fuentes secundarias.

Las fuentes secundarias abarcan toda la gama de materiales desde libros, textos, documentos, informes, hasta el internet: por cuanto por definición es tipo de fuente se refiere a datos e información recopilada, registrada y almacenada bajo formatos impresos o de otra índole.

Para Roberto Hernández Sampieri y colaboradores (2000), la investigación documental consiste en: Detectar, obtener y consultar la bibliografía y otros materiales que parten de otros conocimientos y/o informaciones recogidas moderadamente de cualquier realidad, de manera selectiva, de modo que puedan ser útiles para los propósitos del estudio (Hernández Sampieri, R, Fernández, C & baptista, P., 2000, p. 50)

1.12.2. Instrumentos

✓ **Cuestionario**

La investigación planteada, empleará un cuestionario con preguntas cerradas. Las preguntas cerradas contienen categorías fijas de respuesta que han sido delimitadas, las respuestas incluyen dos posibilidades (dicotómicas) o incluir varias alternativas. Este tipo de preguntas permite facilitar previamente la codificación (valores numéricos) de las respuestas de los sujetos.

✓ **Guía de observación**

Según Ortiz (2004, p. 75) es un instrumento de la técnica de observación; su estructura corresponde con la sistematicidad de los aspectos que se prevee registrar acerca del objeto. Este instrumento

permite registrar los datos con un orden cronológico, práctico y concreto para derivar de ellos el análisis de una situación o problema determinado.

Para Rojas (2002, p. 61) una guía de observación es un conjunto de preguntas elaboradas con base en ciertos objetivos e hipótesis y formuladas correctamente a fin de orientar nuestra observación.

✓ **Lista de cotejo, control o verificación**

Una lista de control es válida para hacer el seguimiento de la evaluación continua y, para realizar la evaluación final al terminar el periodo establecido.

Es un instrumento estructurado que registra la ausencia o presencia de un determinado rasgo, conducta o secuencia de acciones. La lista de cotejo se caracteriza por ser dicotómica, es decir, que acepta solo dos alternativas: sí, no; lo logra, o no lo logra, presente o ausente; entre otros.

Una lista de control o de cotejo indica si una determinada característica o comportamiento importante de observar está presente o no lo está. Como instrumento de observación, por tanto, la lista de cotejo incluye un conjunto de afirmaciones, ya sea características que se deban observar en el objeto o proceso, o bien un comportamiento cuya presencia o ausencia se desea verificar en la actuación o desempeño. Generalmente, estas afirmaciones van acompañadas de un espacio especial para indicar si cada una está o no presente, si fue observada o no.

1.13. COBERTURA DE ESTUDIO

1.13.1. Población

Según Briones, G. (1996), Es el conjunto de unidades que componen el colectivo en el cual se estudiará el fenómeno expuesto en el proyecto de investigación. Así, según el problema, la población está formada por todos los colaboradores del área de producción. La delimitación exacta de la población es una condición necesaria para el cumplimiento de los

objetivos de la investigación. De manera convencional, la población o universo se denomina con la letra “N”.

La investigación se enfocó en los colaboradores de la empresa TEJIDOS PISCO S.A.C. De acuerdo con la información proporcionada por el departamento de R.R.H.H el tamaño de la población es de 258 colaboradores en total que laboran hoy en día en la empresa.

TABLA 1: Áreas Y Colaboradores De FTP

Área	Colaboradores
Administrativa	15
Hilandería	24
Pre-Telares	30
Telares	80
Sanforizado	30
Acabado Y Almacenado	25
Mantenimiento	18
Electricidad	15
Seguridad Industrial	10
Tratamiento De Efluentes	5
Servicios Generales	6
TOTAL DE COLABORADORES	258

Fuente: Elaboración Propia

1.13.2. Muestra

Según Briones, G. (1996) Es el conjunto de unidades de muestreo incluidas en la muestra mediante algún procedimiento de selección. Habitualmente se la designa con la letra “n”.

Para esta investigación el muestreo es probabilístico, ya que “cada elemento de la población tiene una posibilidad conocida de ser seleccionado para la muestra” kinnear y Taylor, (1968 pág. 404). Esto se debe a que mediante reglas matemáticas se logra un muestreo de iguales posibilidades para todos. El cual es llamado muestreo aleatorio simple.

$$n = \frac{Z^2 \cdot P \cdot Q \cdot N}{(N - 1) \cdot E^2 + P \cdot Q \cdot Z^2}$$

Z = Valor de distribución normal a un nivel de confianza 95% = 1.96

n = Tamaño de la muestra

E = nivel de significancia 5% = 0.05

P = Probabilidad de acierto 50% = 0.50 (proporción de los trabajadores que responden con la verdad a los cuestionarios).

Q = Probabilidad de fracaso 50% = 0.50 (proporción de los trabajadores que no responden con la verdad a los cuestionarios).

N = Población 100 trabajadores

$$n = \frac{(1.96)^2 \cdot (0.50) \cdot (0.50) \cdot (100)}{(100 - 1) \cdot (0.05)^2 + (0.50) \cdot (0.50) \cdot (1.96)^2} = 79.51 \approx \mathbf{80}$$

Por lo tanto podemos deducir que el tamaño de nuestra muestra es de 80 colaboradores.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Internacional

Bonilla, J. (2014) en su estudio titulado DISEÑO DE LA RED PRINCIPAL DE AIRE COMPRIMIDO DE LA PLANTA CEMEX, plantea una metodología basada en una línea de procedimientos progresivos. Un diseño de nueva tubería principal en la cual en esta etapa se deberá realizar el diseño de la tubería principal, haciendo la selección de tuberías, accesorios, planos correspondientes y la cotización del proyecto y por último la detección de oportunidades de conservación de la energía; La actividad deberá hacerse por medio de recorridos y estudios de consumo, a fin de determinar oportunidades de ahorro.

En este estudio se llegó a la conclusión que para lograr los objetivos establecidos se deberá de realizar un diseño de la tubería principal de aire comprimido de la planta Cemex, Colorado, para lograr reducir la cantidad de fugas con el nuevo diseño propuesto en 0,7378 Nm³/min y también se propusieron oportunidades de ahorro energético que contribuyen al aumento de productividad de la planta Cemex Colorado, generando ahorros anuales.

Morales J. (2009) Venezuela, en su estudio titulado EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO DE UNA CERVECERÍA CON BASE A SUS FUTUROS AUMENTOS DE PRODUCCIÓN, pudo concluir mediante sus objetivos que los caudales de entrada para cada área de producción

satisfacen los requerimientos de los equipos presentes en las mismas siendo el área con mayor flujo volumétrico Envasado, La propuesta de suministrar alta presión a los equipos que la requieren mediante un amplificador de presión es una excelente mejora ya que se lograría reducir la presión de la Planta, así mismo, se lograría una disminución en el consumo en el sistema y también se determinó la existencia de la mala práctica operativa por parte de los operadores en el sistema de limpieza de los equipos del área de Envasado, ya que estos utilizan el aire comprimido para fin personal, lo que trae un desperdicio de 8 m³/h por cada manguera de ¾" abierta según Manual de Aplicaciones del Aire Comprimido Atlas Copco.

Zaforteza J. (2009) España, en su estudio titulado DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO PARA UNA PLANTA DE CICLO COMBINADO, pudo concluir que el principal resultado del proyecto es toda la documentación que se ha obtenido, que recoge el diseño propuesto que satisface las necesidades del cliente. Este diseño incluye tres compresores de tornillo lubricado que funcionan a velocidad fija, dos secadores de adsorción sin aporte de calor dos secadores de refrigeración y tres depósitos para almacenar el aire comprimido, como equipos principales que serán suministrados por Ingersoll Rand. El tiempo que tomaría la realización del diseño proyectado es de 6 meses naturales. La producción de aire suministra un caudal de 650 Nm³/h a una presión de 7 bares relativos, si bien los compresores comprimen a 10 bares (g). Para ello, el sistema consume un total de 113,40 kW.

2.1.2. Nacional y Local

Actualmente no se cuenta con antecedentes nacionales y locales, por lo tanto este estudio de investigación será novedoso y de gran ayuda para futuras investigaciones.

2.2. MARCO HISTÓRICO

2.2.1. Estudio De Factibilidad

La escasa información acerca del significado y los aspectos formales para realizar un proyecto factible ha generado una gran preocupación entre los

profesores de las áreas Metodología de la Investigación e Investigación Educativa. Es por ello que se ha orientado hacia el análisis de las diferentes concepciones y el desarrollo, con énfasis en cada una de las etapas, de un Proyecto Factible.

Autores

Diversos autores, entre ellos, BID (1979), Montaner (1967), Jesualdo (1968), Nerici (1971), Ilpes (1982), Segovia de T. (1993), Segovia (1995), Cerda Gutiérrez (1997), Arias (1998), Peña (2001), Feliu y Rios (2002), han estudiado la metodología de los proyectos en diferentes ámbitos. Como resultado de esta tarea existe un panorama histórico que refleja básicamente concepciones, modelos y estructuras factibilidad.

El término proyecto es básicamente polisémico dado que se le relacionan diferentes usos y aplicaciones. Esta diversidad de significados lo convierte en un término impreciso.

Etimológicamente, el vocablo proyecto proviene del latín “proiectum”, el cual se compone del prefijo “pro”, que significa hacia delante e “iectum” que tiene el alcance de lanzar. Así, se podría entender como lanzar hacia delante. Esta acepción se refiere a uno de los significados que tiene la palabra: una idea de alcanzar un objetivo específico Cerda G. (1997).

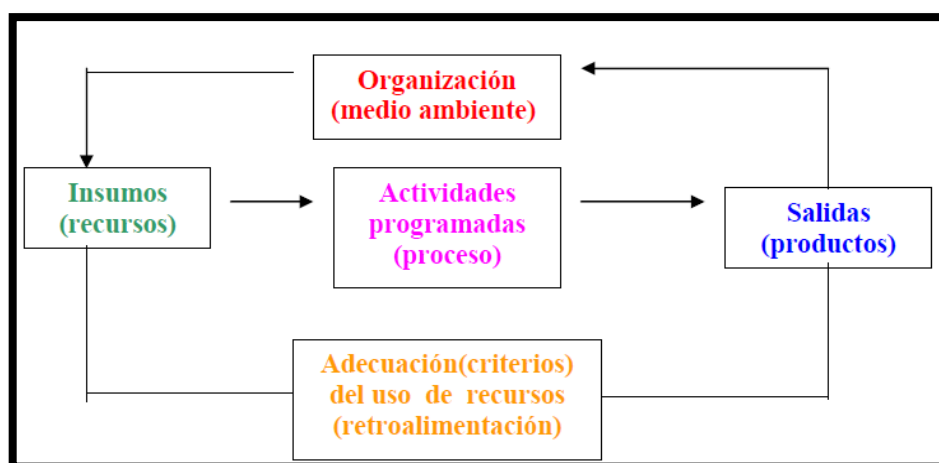
En muchas áreas del conocimiento existe coincidencia en que el término proyecto se relaciona con un medio para alcanzar un fin determinado a nivel operativo. Filosóficamente, al hablar del proyecto se hace referencia a una proyección espiritual o social del ser humano. Para sociólogos y antropólogos, el proyecto significa un medio para transformar una comunidad. Es decir, el proyecto puede ser una actitud o una realización. Así, Arias (1998) define el proyecto como un conjunto de ideas organizadas que pretenden alcanzar un objetivo, para lo cual se realiza una serie de actividades en forma planificada.

La administración de proyectos, de acuerdo con el modelo racional, es el resultado del análisis mediante la estrategia del sistema cerrado que tiene como meta una red monolítica de control. La racionalidad técnica ejecuta

una metodología en secuencia con dependencia en cadena, es decir, la actividad Y sólo podrá realizarse luego de haberse completado la X, y así sucesivamente Ilpes (1982).

Desde el punto de vista del enfoque sistémico, el modelo de administración de proyectos proviene de la estrategia de sistemas abiertos, cuyo énfasis maneja el objetivo que tiene como meta, incorpora la incertidumbre y reconoce la interdependencia entre el proyecto y su medio. Así, el proyecto, desde el punto de vista sistémico, significa proponer la *producción* de un bien o la prestación de un servicio con el empleo de una determinada técnica, con la influencia del *medio ambiente* (organización), a fin de obtener cierto resultado (salida). Esta técnica presupone la indicación de los medios y recursos (*entradas*) necesarios para su realización (*proceso*) y la adecuación de los medios (a través de la *retroalimentación*) a los resultados o productos que han de lograrse BID S. (1979).

GRÁFICO 1: Representación Del Proyecto Factible En El Método Sistemático



Fuente: Proyecto Factible (Renie Dubs De Moya)

Al considerar a la organización como un sistema, se hace necesario tomar en cuenta el entorno que la rodea dado que provee los insumos o entradas de recursos humanos, materiales, financieros y técnicos para posibilitar los bienes o servicios; de allí la importancia de prever a través de modelos, el comportamiento del entorno inmediato y general que rodea a la organización. Igualmente, la organización debe poseer medios de

información que le permitan captar y adecuar sus procesos a cualquier cambio del entorno que pueda influir, por ejemplo: cambios políticos, económicos, sociales, tecnológicos, etc.

A través del análisis de sistemas se obtiene una visión de la interacción del sistema con su medio ambiente a través de la retroalimentación. Bajo este enfoque, Peña (2001) considera la gestión de proyectos como el proceso por el cual se planifica, dirige y controla el desarrollo de un sistema aceptable con un costo mínimo y dentro de un período de tiempo específico. También, Feliu y Ríos (2002) aplican el análisis de sistemas al desarrollo de un Sistema de Información, proceso que realizan en tres etapas: a) el análisis de sistemas, b) diseño de sistemas y c) la implantación de sistemas.

En el contexto educativo, la Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez (UNESR) asume el reto de aplicar el Método de Proyectos de Aprendizaje, con base en el movimiento de la escuela nueva o activa (Fundamentos teóricos postulados por Dewey, Montessori, Decroly y Claparède) a fin de atender la demanda de apoyo académico en la educación de adultos. Su uso sistemático se ha dado en el Centro de Experimentación para el Aprendizaje Permanente (CEPAP) (Segovia de T., 1995).

Diversas definiciones del método de proyectos permiten apreciar la convergencia entre la vida y la educación de la persona. Kilpatrick, discípulo de Dewey afirma que “preparar para la vida es poner al niño en condiciones de proyectar, de buscar los medios de realizar sus propias empresas y realizarlas, verificando mediante la propia existencia el valor de la concepciones que está utilizando” Segovia, (1995, p.28). De esa forma, el individuo estará en condiciones de reafirmar su “programa de vida”. Montaner (1967) considera que el método de proyectos está adaptado a las exigencias de la enseñanza como preparación para la vida, con un elevado poder formativo al estimular la reflexión y la búsqueda de conocimientos. También, Jesualdo (1968) reconoce que el método de proyectos constituye una actividad espontánea y motivadora, cuya realización supone una acción personal, lógica y racional.

La evolución del manejo de este método considera la satisfacción de las necesidades y aspiraciones del individuo, de allí, Tochón define el proyecto como “el producto de una negociación destinada a producir una actividad de conjunto que pueda satisfacer los deseos individuales al mismo tiempo que cumplir fines sociales” Segovia (1995, p.28).

Para Nérici (1971) esta consideración conduce a considerar cuatro tipos de proyectos orientados al logro de aprendizajes, constructivos, estéticos, problemáticos y formativos. Igualmente, el autor, menciona cinco etapas a cubrir en la ejecución del proyecto, el descubrimiento del problema, la definición y formulación del proyecto, el planteamiento y compilación de los datos, la ejecución y la evaluación del proyecto.

2.2.2. Compresores

Un compresor es una máquina que eleva la presión de un gas, un vapor o una mezcla de gases y vapores. La presión del fluido se eleva reduciendo el volumen específico del mismo durante su paso a través del compresor.

Los compresores se emplean para aumentar la presión de una gran variedad de gases y vapores para un gran número de aplicaciones. Un caso común es el compresor de aire que suministra aire a elevada presión para transporte, pintura, pistolas, inflado de neumáticos, limpieza, herramientas neumáticas y perforadoras.

A. La invención de Von Guericke

Otto Von Guericke, 1650, un físico e ingeniero inventó una bomba de vacío y experimentó con la presión de aire y cómo esta puede ser utilizada para alcanzar diversos medios.

B. Los primeros compresores de aire

El compresor conocido como el “cilindro soplador” fue el primero en ser inventado. Este fue creado en 1762 y podía producir 14.5 libras por pulgada cuadrada (Kpa 99.9).

En 1829, un compresor de aire compuesto fue patentado. Un poco más de 40 años después, en 1872, el compresor fue mejorado con el uso de chorros de agua que refrescaban a los cilindros. Esta invención acentuó la importancia de controlar la temperatura y la humedad del aire que estuviera siendo comprimido para una eficacia más alta de herramientas.

C. Compresores de aire en la construcción

La primera aplicación de construcción registrada que utilizó la compresión del aire fue el Túnel del Monte Cenis en las montañas Suizas en 1857. Un dispositivo fue utilizado para distribuir el aire comprimido que fue requerido en grandes cantidades.

D. Progresos del siglo XX

Los compresores de flujo-axial y los compresores centrífugos aparecieron a mediados de los 1900s, junto con un control-neumático de lógica-digital.

Atlas Copco es uno de los fabricantes de compresores de aire más exitosos, en parte debido a su capacidad de adaptarse. Desde 1901, la compañía comenzó a producir compresores de aire entre otras herramientas y maquinaria manejadas con neumática.

En 1902, Ingersoll-Rand, con su dueño Simón Ingersoll, quién patentó el primer perforador de roca neumático, lanzó el compresor de aire portátil tipo X. Ingersoll-Rand también proporcionó compresores de aire para la construcción de Mount Rushmore en 1927, como también para el primer submarino atómico en el mundo en 1954.

En 1904, Atlas Copco introdujo el compresor de pistón, un adelanto que fue mejorado posteriormente por David Roos. Roos produjo un compresor que era ligero y eficiente en 1930. Herman Pyk y John Munck continuaron desarrollando el compresor de aire haciéndolo portátil en 1933, significando que los compresores se podrían utilizar en varias localizaciones de un emplazamiento.

En 1950, Atlas Copco comenzó a experimentar con aire libre de aceite. El compresor del tornillo fue construido por Patrik Danielsson y Alf Lysholm en 1955. Iwan Akerman hizo el compresor del tornillo libre de aceite tres años más adelante. Los adelantos fueron hechos más a fondo por Ivar Trulsson, que inventó el primer tipo compresor inmóvil sin aceite de tipo ZR.

Atlas Copco es también responsable del compresor portable del tornillo, otro dispositivo ese aire comprimido sin el uso del aceite. Esta invención 1967 se convirtió en el estándar para los productos de la compresión dentro de la industria.

Otros fabricantes importantes que entraron en el mercado de compresores incluyen a Grimmer Schmidt. Esta compañía, fundada en 1969, se convirtió en una fabricante importante con la ayuda de la tecnología monoscrew air end y scroll, la cual fue introducida a los compresores.

E. Equipo reciente

Ingersoll-Rand produce una amplia gama de compresores adecuados para diversos usos y ambientes. Sus compresores de tecnología de tornillos de aire rotatorios proporcionan el aire libre de pulsación, el flujo continuo de aire, y la operación silenciosa. Los modelos que tienen 5-500 caballos de fuerza están disponibles en la Serie UP 5-15HP, y 15-50HP; Serie SSR 50-100HP; Serie SSR: 125-450HP; y el SSR Two Stage 100-500HP. La línea superior de Ingersoll-Randes se enfoca más en rendimiento energético y consiste en el Nirvana: 7.5-15HP, 20-40HP, y HP 50-250. Los compresores de energía más alta se entregan a través de sus compresores libres de aceite, el Nirvana Oil-Free 50-200HP y el Sierra Oil-Free 50-400HP.

Atlas Copco lanzó una nueva gama GA de compresores de aire de inyección de aceite el 2 de abril del 2008, una línea que es respetuosa del medio ambiente mientras que también maximiza energía eficiente dentro de los compresores. La gama de compresores incluye: GA 5-11, GA 5-11 VSD, GA 11-30 VSD, y el GA 30-90 VSD.

2.2.3. Aire Comprimido

El aire comprimido es una de las formas de energía más antiguas que conoce el hombre y aprovecha para reforzar sus recursos físicos.

El término neumática es derivado del griego Pneumos o Pneuma (respiración, soplo) y es definido como la parte de la Física que se ocupa de la dinámica y de los fenómenos físicos relacionados con los gases o vacíos. Es también el estudio de la transformación de energía neumática en energía mecánica, a través de los respectivos elementos de trabajo.

El descubrimiento consciente del aire como medio – materia terrestre – se remonta a muchos siglos, al igual que un trabajo relativamente consciente con dicho medio. Recién en la segunda mitad del siglo XIX es que el aire comprimido adquiere importancia industrial. Sin embargo, Da Vinci, lo utilizó en diversos inventos. En el Viejo Testamento, fueron encontradas referencias del uso del aire comprimido: en la fundición de plata, hierro, plomo y estaño. La historia demuestra que hace más de 2000 años, los técnicos construían máquinas neumáticas, produciendo energía neumática por medio de un pistón. Como instrumento de trabajo utilizaban un cilindro de madera dotado de un émbolo.

En Alejandría (Centro Cultural poderoso del mundo helénico), fueron construidas las primeras máquinas reales, del siglo III A.C.

En este mismo período, Ctesibios fundó la Escuela de Mecánicos, también en Alejandría, convirtiéndose, por tanto, en el precursor de la técnica para comprimir el aire. La Escuela de Mecánicos era especializada en Alta Mecánica, y eran construidas máquinas impulsadas por el aire comprimido. En el siglo III D.C., un griego, Hero, escribe un trabajo en dos volúmenes sobre las aplicaciones del aire comprimido y del vacío.

Sin embargo, la falta de recursos de materiales adecuados, y los mismos incentivos, contribuyeron para que la mayor parte de estas primeras aplicaciones no fueran prácticas o no pudiesen ser desarrolladas adecuadamente. La técnica era extremadamente depreciada, a no ser que estuviese al servicio del rey y del ejército, para el mejoramiento de las

máquinas de guerra. Como consecuencia, la mayoría de las informaciones se perdieron por siglos.

Durante un largo período, el desarrollo de la energía neumática sufrió una paralización, renaciendo apenas en los siglos XVI y XVII, con los descubrimientos de grandes pensadores y científicos como Galileo, Otto Von Guericke, Robert Boyle y otros, que pasaron a observar las leyes naturales sobre compresión y expansión de los gases. Leibinz, Huyghens, Papin y Newcomem son considerados los padres de la Física Experimental, siendo que los dos últimos consideraban la presión atmosférica como una fuerza enorme contra el vacío efectivo, que era objeto de las Ciencias Naturales, Filosóficas y de la Especulación Teológica desde Aristóteles hasta el final de la época Escolástica.

Comprendiendo ese período, se encuentra Evangelista Torricelli, el inventor del barómetro, un tubo de mercurio para medir la presión atmosférica. Con la invención de la máquina a vapor de Watts, tiene inicio la era de la máquina. En el transcurso de los siglos, se desarrollaron varias maneras de aplicación del aire, con la mejora de nuevas técnicas y nuevos descubrimientos. Así, fueron surgiendo los más extraordinarios conocimientos físicos, también como algunos instrumentos.

Un largo camino fue recorrido, de las máquinas impulsadas por aire comprimido en Alejandría a las actuales que combinan neumática y electrónica de nuestros días. Por lo tanto, el hombre intentó siempre aprisionar esta fuerza para colocarla a su servicio, con el único objetivo: controlarla y hacerla trabajar cuando sea necesaria.

Actualmente, el control del aire suplanta los mejores grados de eficiencia y velocidad, ejecutando operaciones sin fatiga, economizando tiempo, herramientas y materiales, además de fortalecer seguridad al trabajo.

A pesar de todo esto la irrupción verdadera y generalizada de la neumática en la industria no se inició hasta que llegó a hacerse más acuciante la exigencia de una automatización y racionalización en los procesos de trabajo.

En la actualidad, ya no se concibe una instalación industrial sin el aire comprimido. Este es el motivo por el cual, de que en los ramos industriales más variados se utilice equipamiento neumático siendo el aire comprimido la cuarta utilidad industrial junto con el agua, el gas y la energía eléctrica. A pesar de todo esto el aire comprimido sigue siendo una de las fuentes de energía más incomprendidas y subvaloradas en las que llega a derrocharse más de un 50% del aire comprimido.

2.2.4. Productividad

La palabra productividad se ha vuelto tan popular en la actualidad que es raro que no se mencione en revistas, periodicos, boletines administrativos, informes a accionistas, discursos politicos, noticieros, conferencias, etc. De hecho pareciera con frecuencia que el termino productividad se usa para promover un producto o servicio, tal como si fuera una herramienta de comercializacion. Todo esto no esta mal, pero parece existir una gran confusion sobre su significado.

A menudo cada individuo le da un tratamiento diferente al concepto productividad; los economistas se centran en las inversiones y reglamentos de gobierno, los industriales se basan en los metodos de trabajo y flujo del mismo, los psicologos y administradores a las relaciones humanas y al diseño del trabajo.

En el sentido formal, tal vez, la primera vez que se mencionó la palabra "productividad" fue en un artículo de Quesnay en el año de 1766. Más de un siglo después, en 1883, Littré¹ definió la productividad como la "facultad de producir", sin embargo, fue hasta principios del siglo XX que el termino adquirió un significado más preciso, como una medida de lo bien que han combinado y utilizado los recursos para cumplir con los objetivos específicos deseados, en el tiempo programado.

En 1950, la organización para la cooperación económica europea (**OCEE**), ofreció una definición más formal a la productividad:

“Productividad es el cociente que resulta de dividir la producción por uno de los factores de producción, de esta manera es posible hablar de productividad de capital, de inversión, mano de obra, etc.

A continuación, haremos un pequeño resumen de la historia de las definiciones de productividad.

TABLA 2: Cronología De Algunas Definiciones Importantes

XVII	QUESNAY	1766	La palabra productividad aparece por primera vez
XIX	LITRE	1883	Facultad de producir
XX	EARLY	1900	Relación entre producción y los medios
	OCEE	1950	Cociente que se obtiene al dividir la producción por uno de los factores de producción
	DAVIS	1955	Cambio en el producto obtenido por los recursos gastados
	FABRICANT	1962	Siempre una razón entre la producción y los insumos
	KENDRICK & CREAMER	1965	Definiciones funcionales para la productividad parcial, de factor total y total
	SIEGEL	1975	Un familia de razones entre la producción y los insumos
	SUMANTH	1976	Productividad total - la razón de producción tangible entre insumos tangibles

Fuente: Organización Para La Cooperación Económica Europea (OCEE)

En su mayor parte, los economistas han estudiado la productividad en los niveles internacionales, nacionales y en casos por sector industrial, aunque han descuidado la aplicación de este tan importante termino a nivel empresa; es importante promover que el esfuerzo de la nacion por mejorar la productividad debe comenzar en sus unidades economicas basicas, es decir, la produccion de los bienes y servicios necesarios para el pais.

Con frecuencia se confunde el termino de productividad con produccion. Muchas personas piensan que a mayor produccion, mas productividad. Esto no es necesariamente cierto, si bien produccion se refiere a la actividad de producir bienes y servicios, productividad se interesa en la

utilizacion eficiente y eficaz de los recursos al producir esos bienes y servicios.

En terminos cuantitativos, produccion es la cantidad de productos y servicios que se produjeron, mientras que productividad es la razon entre la cantidad producida y los insumos utilizados para producirlas.

Tambien es frecuente confundir entre si los conceptos de productividad, eficiencia y efectividad; los cuales podemos definirlos de la siguiente manera:

Eficiencia: forma que se utilizan los recursos para lograr el objetivo.

Efectividad: grado en que se logran los objetivos.

Productividad: es una combinacion de ambas, ya que ahi relacionamos productividad con desempeño y utilizacion de recursos.

Mali en 1978, relaciono estos terminos de la siguiente manera:

$$PRODUCTIVIDAD = \frac{\text{produccion obtenida}}{\text{insumos utilizados}} = \frac{\text{desempeño alcanzado}}{\text{recursos consumidos}} = \frac{\text{efectividad}}{\text{eficiencia}}$$

Sin embargo esta relacion puede confundir, ya que pareciera que disminuyendo eficiencia, incrementamos productividad y esto en definitiva no es logico. Quiza la confusion pueda evitarse expresando la productividad como sigue:

$$PRODUCTIVIDAD = \frac{f(\text{efectividad})}{F(\text{eficiencia})}$$

Nosotros expresamos la productividad en terminos de eficiencia y efectividad de la siguiente manera:

$$PRODUCTIVIDAD = \text{efectividad} * \text{eficiencia}$$

2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1. Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto fue explicado por primera vez por el Dr. Joseph Juran en el año 1962 en su libro "Quality Control Handbook" como una

herramienta utilizada para clasificar los errores o defectos más recurrentes por categoría. Este tipo de diagrama fue bautizado como Pareto, debido a su similitud con el trabajo que Vilfredo Pareto realizó en el Siglo XIX, sobre la distribución económica irregular según el cual postuló que el 80 por ciento de la riqueza de una nación está en manos del 20 por ciento de su población.

GRÁFICO 2: Dr. Joseph Juran

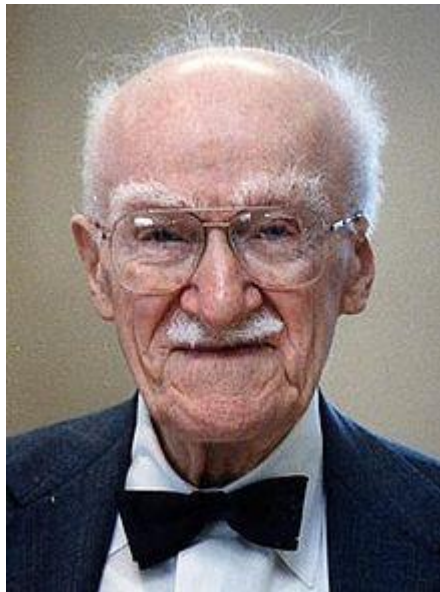
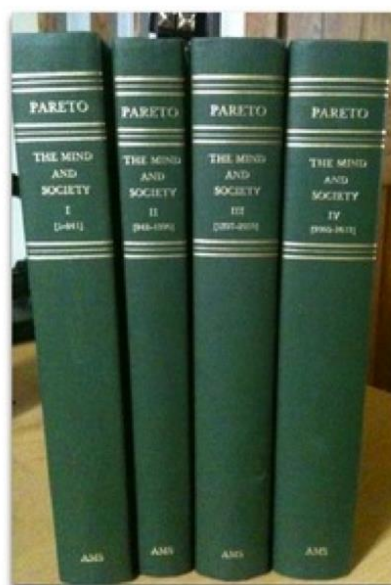


GRÁFICO 3: Vilfredo y los 4 Volúmenes de The Mind And Society



A este principio se le conoce también a veces como la regla del 80-20 o Distribución A-B-C, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite, pues, asignar un orden de prioridades.

El diagrama permite mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos graves. Mediante la gráfica colocamos los "pocos vitales" a la izquierda y los "muchos triviales" a la derecha.

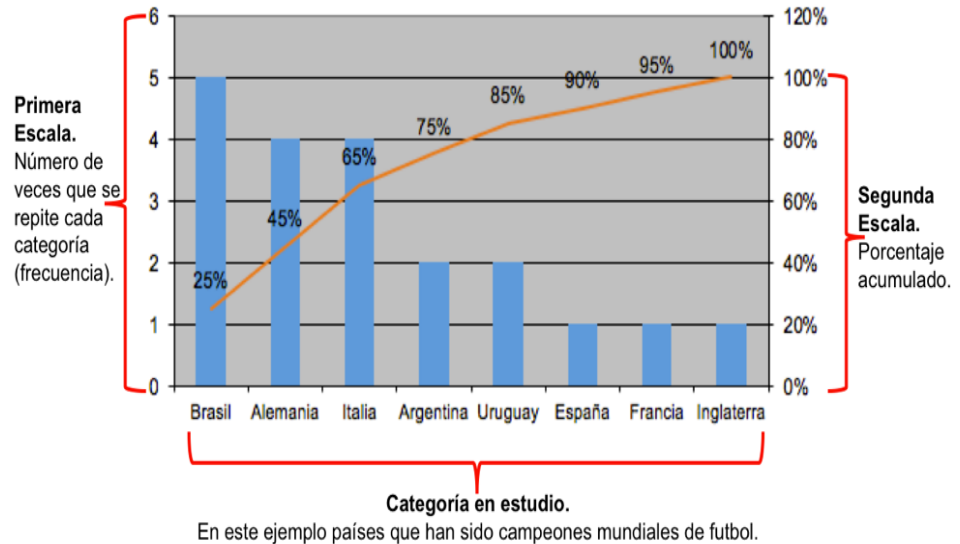
Hay que tener en cuenta que tanto la distribución de los efectos como sus posibles causas no es un proceso lineal sino que el 20% de las causas totales hace que sean originados el 80% de los efectos.

Richard Perrin (2008) en su libro "Real-World Project Management: Beyond Conventional Wisdom, Best Practices, and Project Methodologies", menciona que la metodología de Pareto está basada en un método gráfico que ayuda a definir las causas más importantes de una situación en particular y por tanto las prioridades de acción a seguir. El diagrama de Pareto es una comparación ordenada de factores relativos a un problema. Esta comparación nos va a ayudar a identificar y enfocar los pocos factores vitales diferenciándolos de los muchos factores útiles. Esta herramienta es especialmente valiosa en la asignación de prioridades a los problemas de calidad, en el diagnóstico de causas y en la solución de las mismas, el diagrama de Pareto se puede elaborar de la siguiente manera:

1. Cuantificar los factores del problema y sumar los efectos parciales hallando el total.
2. Reordenar los elementos de mayor a menor.
3. Determinar el % acumulado del total para cada elemento de la lista ordenada.
4. Trazar y rotular el eje vertical izquierdo (unidades).
5. Trazar y rotular el eje horizontal (elementos).
6. Trazar y rotular el eje vertical derecho (porcentajes).
7. Dibujar las barras correspondientes a cada elemento.
8. Trazar un gráfico lineal representando el porcentaje acumulado.

9. Analizar el diagrama localizando el "Punto de inflexión" en este último gráfico.

GRÁFICO 4: Diagrama De Pareto



El análisis de Pareto es de aplicación a aquellos estudios o situaciones en que es necesario priorizar la información proporcionada por un conjunto de datos o elementos.

Básicamente es una comparación cuantitativa y ordenada de elementos o factores según su contribución a un determinado efecto.

El objetivo de esta comparación es clasificar dichos elementos o factores en dos categorías:

- ✓ **Las "Pocas Vitales":** Elementos muy importantes en su contribución
- ✓ **Los Muchos Triviales:** Elementos de contribución poco importante

Características de la Metodología de Pareto

Entre las características de la Metodología de Pareto podemos mencionar:

- ✓ **Priorización:** Identifica los procesos que más peso o importancia tienen dentro de un grupo
- ✓ **Unificación de Criterios:** Enfoca o dirige el esfuerzo del grupo de trabajo hacia un objetivo prioritario común

- ✓ **Carácter Objetivo:** Su utilización fuerza al grupo de trabajo a tomar decisiones basadas en datos y hechos objetivos y no en ideas subjetivas.

Construcción del Diagrama de Pareto

Para la construcción del Diagrama de Pareto son necesarios los siguientes elementos:

- ✓ Un efecto cuantificado y medible: Sobre el que se quiere priorizar (Costos, tiempo, número de errores o defectos, porcentaje de clientes, etc.)
- ✓ Una lista completa de elementos o factores que contribuyan a dicho efecto (Tipos de fallos o errores, pasos de un proceso, tipos de problemas productivos, servicios, etc.)
- ✓ La Magnitud de la contribución de cada elemento factor al efecto total.

Todos estos datos bien existan o bien haya que recolectarlos deberán ser:

- ✓ **Objetivos:** Es decir basados en hechos, no en opiniones
- ✓ **Consistentes:** Debe utilizarse la misma medida para todos los elementos contribuyente y los mismos supuestos y cálculos a lo largo del estudio, ya que el análisis de Pareto es un análisis de comparación.
- ✓ **Representativos:** Deben reflejar toda la variedad de hechos que se producen en la realidad
- ✓ **Verosímiles:** Evitar cálculos o suposiciones controvertidas, ya que se busca un soporte para toma de decisiones, si no se crean los datos, no apoyarán las decisiones.

2.3.2. Diagrama de causa y efecto (diagrama de Ishikawa)

El Diagrama de Ishikawa o de causa-efecto es una técnica de análisis en la resolución de problemas, desarrollada formalmente por el Profesor Kaoru Ishikawa, de la Universidad de Tokio, en 1943, quien la utilizó con un grupo de ingenieros en una planta de la Kawasaki Steel Works, para explicar cómo diversos factores que afectan un proceso pueden ser clasificados y relacionados de cierta manera. Dicha herramienta se emplea para encontrar el origen de los problemas que hay en la empresa, se procede a realizar este diagrama para enunciar las posibles causas de la persistencia de dicho problema y luego buscar soluciones a estos.

GRÁFICO 5: Kaoru Ishikawa



El “resultado fijo” de la definición es comúnmente denominado el "efecto", el cual representa un área de mejora: un problema a resolver, un proceso o una característica de calidad. Una vez que el problema/efecto es definido, se Identifican los factores que contribuyen a él (causas). (Maldonado, 2011)

Este diagrama (también conocido como espina de pescado) muestra la relación entre una característica de calidad con los factores o causas que lo afectan. Es difícil resolver problemas complicados sin tener en cuenta esta estructura, la cual consta de una cadena de causas y efectos, y el

método para expresar esto en forma sencilla y fácil es en un diagrama causa-efecto.

Elementos del diagrama de Ishikawa

Los elementos que estructuran un Diagrama de Causa – Efecto son:

- ✓ **El Problema**
- ✓ **Causas Mayores:** Considerados como Variables Críticas
- ✓ **Causas Menores:** Causas que inciden sobre las variables críticas
- ✓ **Sub Causas:** Las que inciden sobre las causas menores

Cómo construir un diagrama de causa y efecto:

1. Escriba el problema en el lado derecho y enciérrelo en un rectángulo.
Trace una flecha ancha de izquierda a derecha, con la punta de la flecha apuntando hacia el problema.
2. Identifique los factores principales que causan el problema: agrúpelos por mano de obra, método, materiales, máquina y medio ambiente.
3. En la cola de cada flecha, dibuje un rectángulo y anote cada causa mayor posible que identifique en el paso 2. A medida que se identifiquen las causas de estas causas mayores, éstas se agregan al diagrama dibujando flechas en forma de ramificaciones de la flecha principal.
4. Identifique los factores detallados de cada causa mayor e indíquelos con flechas más pequeñas en forma de ramas conectadas a las flechas correspondientes.
5. Asignar la importancia de cada factor.
6. Definir los principales conjuntos de probables causas: materiales, Maquinas, métodos de trabajo, mano de obra, medio ambiente (5 M's).
7. Marcar los factores importantes que tienen incidencia significativa sobre el problema.
8. Registrar cualquier información que pueda ser de utilidad.

Modelo de las 5 M's

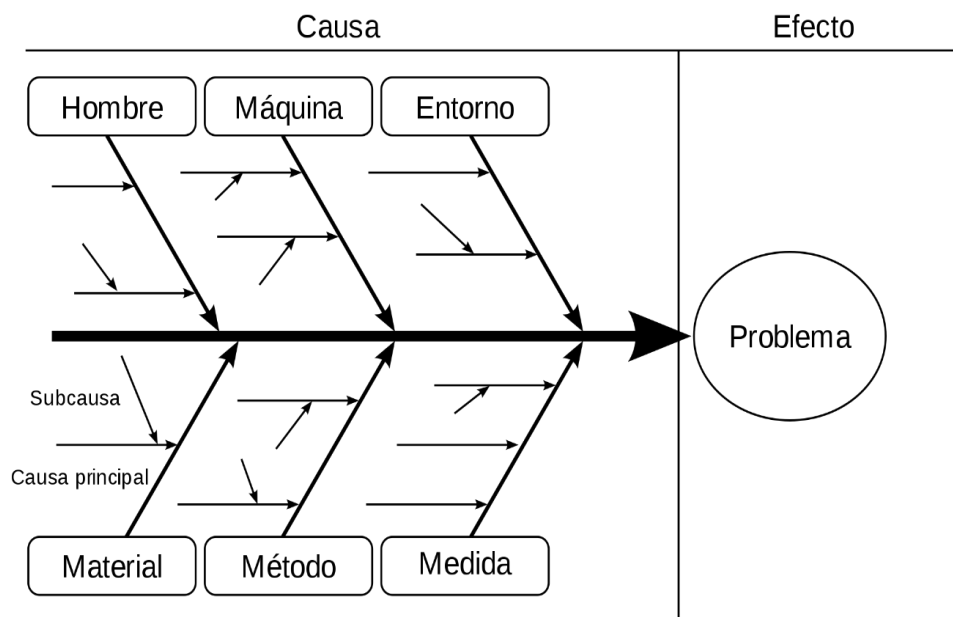
Se busca orientar la agrupación de las causas en base a la organización según la tipología básica de cada factor. Empieza en lo general y continúa hasta lo particular.

Factores típicos 5M:

- ✓ Materiales
- ✓ Mano de obra
- ✓ Métodos de trabajo
- ✓ Maquinaria (equipos, herramientas, accesorios)
- ✓ Medio ambiente

Los factores típicos 6M consisten en los 5 anteriormente mencionados, adicionándole el factor de medición (control).

GRÁFICO 6: Diagrama De Ishikawa Empleando El Modelo De Las 6M



2.3.3. Enfoque del porque – porque

La curiosidad es una parte maravillosa de la mente humana. El lector seguramente habrá escuchado de lo divertido que es cuando las personas observan cosas desde un punto de vista externo que jamás verían si estuvieran involucradas. La curiosidad motiva a analizar y aislar las causas raíces y las acciones correctivas utilizando el método del por qué – por qué de la siguiente manera:

A. Análisis general del por qué en la resolución de problemas

Cuando se observa un problema, en los talleres se llevan a cabo acciones remediales como detener la operación, oprimir el botón de paro, notificar al supervisor y esperar instrucciones sobre la siguiente acción. Entonces, los supervisores presentarán acciones para evitar que vuelva a ocurrir después de que hayan pensado por qué ocurrió el problema.

Pero estas soluciones tienden a ser poco efectivas o duraderas. Es difícil dictar medidas correctivas y aislar las causas raíces de los problemas, a menos que tengamos un método analítico apropiado para la generación de ideas, como es el enfoque por qué - por qué.

B. Enfoque de los 5 por quéés

Una variación del enfoque Por qué - Por qué, implica repetir la pregunta “por qué” cinco veces para analizar las cosas. Este procedimiento básico tiene como propósito utilizar el tiempo y los recursos humanos y materiales de manera efectiva y eficiente para eliminar los problemas (por ejemplo los relacionados con la calidad, el precio, la entrega, la seguridad o la protección ambiental) de cualquier operación, para asegurar la satisfacción del cliente y mantener la participación de los empleados.

Se ha observado un gran número de problemas recurrentes en los procesos, no sólo en los de producción sino también los de las oficinas administrativas y, las más de las veces, las respuestas a estos problemas, son meros “parches”. Algunos de estos problemas recurrentes ocurren muchas veces en periodos de tiempo muy cortos y ocasionan grandes pérdidas económicas.

Es una pena que una equivocación o error evitable se esté repitiendo en una estación, taller u oficina. Puede ponerse en marcha un programa de implementación de **ACT** (Administración De Calidad Total) y de **CCC** (Círculos De Control De Calidad) en el que se preste mucha atención al análisis de las causas raíz de los problemas y se

establezcan acciones correctivas para protegerse al cien por ciento contra el desperdicio evitable.

Toyota Motor Co. Ltd. es uno de los más conocidos partidarios del enfoque de los 5 Por qué en el Japón. Sin este enfoque su kaizen (actividades de mejora continua) jamás habría tenido éxito.

C. El proceso de los 5 por qué

a) Etapa inicial

Hasta lograr una completa familiaridad con el ciclo de Planear - Hacer - Verificar - Actuar, es necesario identificar las causas raíces de los problemas relativamente sencillos de resolver a través de la recolección, análisis y evaluación de datos y establecer acciones correctivas, no sólo mediante el enfoque de los 5 por qué, sino utilizando, al menos, 2 o 3 por qué.

b) Análisis de por qué - por qué para la solución de problemas simples

Algunas veces los problemas con causas simples pueden abordarse con una solución simple (cuadrante A).

Conforme se adquiere más destreza, se pueden abordar problemas con causas simples pero que requieren soluciones más difíciles (cuadrante B) o bien, problemas con causas complicadas pero que requieren de soluciones simples (cuadrante C), a través de utilizar dos o tres niveles de cuestionamiento de por qué preguntando qué ocurrió y cuándo, dónde y cómo. Un diagrama de espina de pescado nos ayuda a visualizar el proceso.

Tipos de Causas y Soluciones

SOLUCION DEL PROBLEMA	DIFICIL	B	D
	FACIL	A	C
		SIMPLE	COMPLICADA
		CAUSA DEL PROBLEMA	

c) Primer análisis del por qué

1. Verificación de los hechos

- ✓ Mediante la inspección personal del hecho de un problema (de producto / equipo) en el sitio en que se presentó.
- ✓ Mediante la verificación del estado del problema y la recolección de datos y evidencia física.
- ✓ Mediante el análisis de los datos
- ✓ Mediante la comparación contra el Procedimiento Estándar de Operación (PEO), los estándares, o los requerimientos de especificación que justifiquen su condición.
- ✓ Por comparación contra los principios técnicos o de ingeniería o reglas para justificar su conformancia.

2. Preparación del diagrama de flujo del mecanismo del problema / falla. Mediante el siguiente ejemplo, se ilustra la interpretación técnica de cómo se manifiesta un problema o falla.

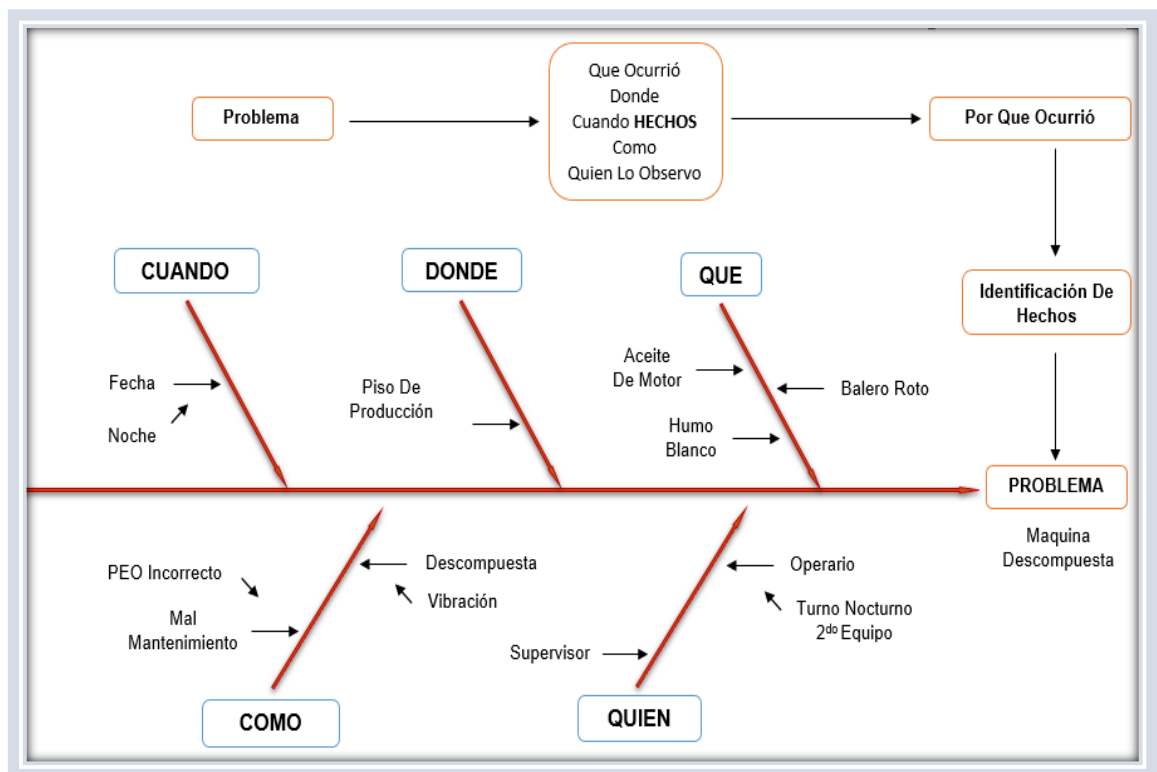
(a) Primero, identifique el problema inmediato basándose en los síntomas reales observados: humo, ruido anormal y vibración.

(b) Entonces planteé una hipótesis sobre las causas probables de los síntomas: aceite del motor quemado y balero roto.

(c) A continuación, establezca las causas probables identificadas de los segundos hechos como se muestra en el esquema siguiente, y asuma sus causas probables, como por ejemplo que no haya aceite en el balero o que una bala del rodamiento esté rota.

(d) Por lo tanto, los hechos son la fuente fundamental para el estudio y análisis que permitirán identificar las causas probables, mismas que son de naturaleza intermedia, y a las que se denomina como segundos hechos para ser analizados en la siguiente ronda de identificación de causas probables y así sucesivamente.

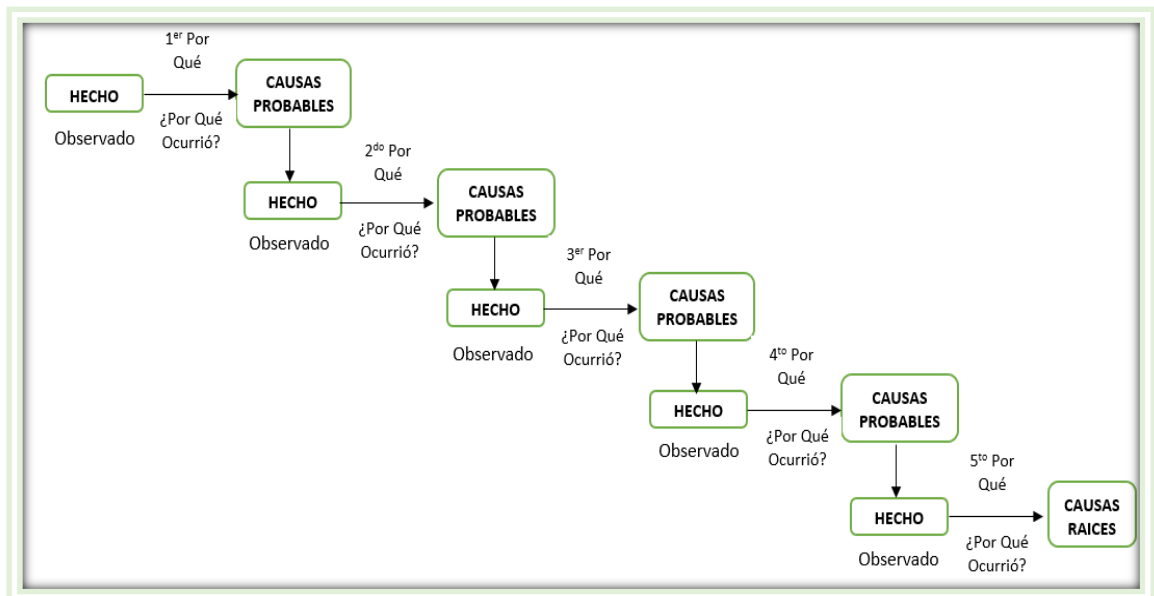
GRÁFICO 7: Diagrama De Flujo De Búsqueda De Hechos Por Relaciones Y El Método Del Por Qué



Con el tiempo, estas gráficas sintéticas se convertirán en los diagramas de flujo de los mecanismos de las fallas para identificar y aislar las causas del problema y poder establecer las acciones correctivas. Hacer esto, o sea, el responder Por qué cinco veces para encontrar primero las causas probables y después las causas raíces es lo que se conoce con el nombre del método de los 5 Por qué.

3. Comparar contra los requerimientos de ingeniería, las especificaciones, los estándares, los **PEOs** (Procedimiento Estándar De Operación) y las leyes o principios técnicos.
4. Durante la primera etapa del análisis de por qué, pueden revelarse muchas otras causas posibles en otros sectores.

GRÁFICO 8: De Causas Probables A Causas Raíces Con El Método De Los 5 Por Qué



5. Es importante conservar la información de estos análisis como registro histórico. Se pueden organizar en un diagrama de causa y efecto (diagrama de Ishikawa). En esos diagramas se pueden enumerar todas las causas posibles de un efecto.

Así, aun cuando no se pueda aislar inmediatamente una causa probable, ésta podrá ser detectada mediante un proceso de eliminación en el cual se van eliminando todas las demás causas posibles una por una. Los Diagramas de Ishikawa no solamente son herramientas para el registro sino que también se utilizan para evaluar la efectividad del sistema de resolución de problemas de una compañía y su mejora.

6. También se recomiendan métodos tales como el **AAF** (Árbol De Análisis De Fallas) y el **AMEF** (Análisis De Modo Y Efectos De La Falla) para aislar las causas probables.

Estos métodos se utilizan principalmente en la etapa de diseño de la ingeniería de confiabilidad, pero también pueden ser bastante efectivos para aislar las causas de las fallas en operación o producción.

D. Etapa de operación en el trabajo del día con día

Después de que todo el personal de apoyo técnico y administrativo se ha familiarizado con los procedimientos mencionados, no sólo podrán resolver más frecuentemente problemas correspondientes a los cuadrantes B y C, sino que también podrán abordar problemas correspondientes al cuadrante D (aquellos con causas complicadas y soluciones difíciles).

En los casos relativos a problemas menores observados en las operaciones cotidianas de los talleres específicos, la responsabilidad se delega directamente a los supervisores, que les corresponda, o incluso a los operarios, según se haya desarrollado su capacidad dentro del programa.

2.3.4. Factibilidad

El estudio de factibilidad es un análisis comprensivo que sirve para recopilar datos relevantes sobre el desarrollo de un proyecto y en base a ello tomar la mejor decisión y si se procede su estudio, desarrollo o implementación. Según se afirma en Herramientas de Planeación

Administrativa, (2013) Factibilidad se refiere a “la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas propuestas, la factibilidad se apoya en 3 aspectos básicos: operativo, técnico y económico”.

Es necesario analizar los objetivos de la organización para determinar la aplicabilidad de un proyecto que permita el alcance de las metas organizacionales, es por ello que este estudio permite la utilización de diversas herramientas que ayuden a determinar la infraestructura tecnológica y la capacidad técnica que implica la implantación del sistema en cuestión, así como los costos, beneficios y el grado de aceptación que la propuesta genera en la institución.

En esta búsqueda es necesario tomar en cuenta los recursos que disponen la organización o aquellos materiales que la empresa puede proporcionar.

A. Concepto De Factibilidad

Según Varela, (2001) “se entiende por Factibilidad las posibilidades que tiene de lograrse un determinado proyecto”. El estudio de factibilidad es el análisis que realiza una empresa para determinar si el negocio que se propone será bueno o malo, y cuáles serán las estrategias que se deben desarrollar para que sea exitoso. Según el Diccionario de la Real Academia Española, la Factibilidad es la “cualidad o condición de factible”. Factible: “que se puede hacer”.

B. Objetivos Que Determinan La Factibilidad

- ✓ Reducción de errores y mayor precisión en los procesos.
- ✓ Reducción de costos mediante la optimización o eliminación de los recursos no necesarios.
- ✓ Integración de todas las áreas y subsistemas
- ✓ Actualización y mejoramiento de los servicios a clientes o usuarios.
- ✓ Hacer un plan de producción y comercialización.
- ✓ Aceleración en la recopilación de los datos.
- ✓ Reducción en el tiempo de procesamiento y ejecución de las tareas.
- ✓ Automatización óptima de procedimientos manuales.

- ✓ Disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos señalados.
- ✓ Saber si es posible producir con ganancias.
- ✓ Conocer si la gente comprará el producto.

C. Estructura De La Factibilidad

Para Coss J. (2006) un estudio de factibilidad tiene una estructura definida y el orden de los contenidos está orientado a:

- ✓ Presentar un resumen de proyecto.
- ✓ Elaborar cada parte por separado.
- ✓ Fundamentar cada parte en las anteriores.
- ✓ Elaborar conclusiones y recomendaciones.
- ✓ Es importante que sea resumido, con un lenguaje sencillo y que las partes sean coherentes.

D. Evaluación De Un Proyecto Factible

Un proyecto factible, es el que ha aprobado cuatro evaluaciones básicas:

- ✓ Evaluación Técnica.
- ✓ Evaluación Ambiental.
- ✓ Evaluación Financiera.
- ✓ Evaluación Socio-económica.

La aprobación de cada evaluación se le puede llamar viabilidad; estas viabilidades se deben dar al mismo tiempo para alcanzar la factibilidad de un proyecto; por ejemplo un proyecto puede ser viable técnicamente pero puede ser no viable financieramente o ambientalmente.

E. Proyecto Factible

Si el proyecto es factible, se puede pensar en diseñar un plan de proyecto para su ejecución y poder convertir el proyecto en una unidad productiva de un bien o servicio planteado.

Los proyectos en los cuales se busca la factibilidad, son aquellos que intenta producir un bien o servicio para satisfacer una necesidad; para

ello se necesita definir su rentabilidad o no, éste es el objetivo de la evaluación financiera.

F. Componentes Del Estudio De Factibilidad

a) Estudio de Mercado

Tiene como finalidad determinar si existe o no, una demanda que justifique la puesta en marcha de un programa de producción de ciertos bienes o servicios, en un espacio de tiempo.

b) Estudio Técnico

Tiene por objeto proveer información, para cuantificar el monto de las inversiones y costos de las operaciones relativas en esta área.

c) Estudio Financiero se encarga de:

- ✓ Ordenar y sistematizar la información de tipo monetario que proporcionaron las etapas anteriores.
- ✓ Elaborar los cuadros analíticos para la evaluación del proyecto.
- ✓ Evaluar los antecedentes anteriores para determinar su rentabilidad.

G. Tipos De Factibilidad

a) Factibilidad Operacional

Se relaciona con todos los recursos necesarios para desarrollar un proyecto. Por ejemplo el recurso humano.

Comprende una determinación de posibilidad que un nuevo sistema se use como se supone. Se deben considerar cuatro aspectos:

- ✓ La utilización de un nuevo sistema puede ser demasiado complejo para los usuarios de la organización o los operadores del sistema.
- ✓ Este nuevo sistema puede hacer que los usuarios se resistan a él como consecuencia de una técnica de trabajo, miedo a ser desplazado u otras razones.

- ✓ Un sistema nuevo puede introducir cambios demasiado rápidos que no permita al personal adaptarse a él y aceptarlo.
- ✓ La probabilidad de obsolescencia en el sistema. Cambios anticipados en la práctica o políticas administrativas pueden hacerse que un nuevo sistema sea obsoleto muy pronto.

b) Factibilidad Técnica.

Hace énfasis en si el equipo cuenta con las herramientas, los conocimientos, las habilidades y la experiencia para hacer que tu proyecto sea exitoso.

Permite evaluar si el equipo y software están disponibles y tienen las capacidades técnicas requeridas por cada alternativa del diseño que se esté planificando, también se consideran las interfaces entre los sistemas actuales y los nuevos.

Así mismo, estos estudios consideran si las organizaciones tienen el personal que posee la experiencia técnica requerida para diseñar, implementar, operar y mantener el sistema propuesto.

c) Factibilidad Económica.

Se fundamenta en analizar si los recursos económicos y financieros necesarios para desarrollar las actividades pueden ser saldados por el capital que se dispone. Dentro de estos estudios se pueden incluir el análisis de costo y beneficios asociados con cada alternativa del proyecto.

Con análisis de costo/beneficios, todos los costos y beneficios de adquirir y operar cada sistema alternativo se identifican y se establece una comparación entre ellos. Esto permite seleccionar el más conveniente para la empresa.

Dentro de esta comparación se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- ✓ Se comparan los costos esperados de cada alternativa con los beneficios esperados para asegurarse que los beneficios excedan los costos.

- ✓ La proporción costo/beneficio de cada alternativa se comparan con las que proporcionan los costos/beneficios de las otras alternativas para escoger la mejor.
- ✓ Se determinan las formas en que la organización podría gastar su dinero.

El éxito de un proyecto está determinado por el grado de factibilidad que se presente en cada una de los tres aspectos anteriores, los cuales son la base en la que se apoyan los inversionistas para tomar una decisión.

2.3.5. Viabilidad

A. Concepto De Viabilidad

Según el diccionario de la Real Academia Española Viabilidad: “cualidad de viable”, Viable: “Que, por sus circunstancias, tiene probabilidades de poderse llevar a cabo”.

Según Baca U. (1990) es la posibilidad que tiene un proyecto para ser ejecutado y operado de tal manera que cumpla con su objetivo.

Está relacionada con principios de calidad, eficiencia y pertinencia de un proyecto en términos de los elementos conceptuales que lo componen, la información utilizada, la coherencia de los planteamientos y el mayor acercamiento a la realidad a la que se refiere el proyecto.

B. Tipos De Viabilidad

La viabilidad está conformada por: aspectos técnicos, socioeconómicos, ambientales e institucionales.

a) Viabilidad Técnica

Permite determinar la calidad y coherencia de la información relacionada con el objetivo mismo del proyecto, sus planteamientos básicos, la dimensión de las variables que intervienen, soluciones y actividades.

Cuando se realiza la evaluación se debe revisar la identificación de la situación, las alternativas técnicas propuestas, las actividades y los costos

b) Viabilidad Socioeconómica

Permite identificar y valorar los beneficios, con el fin de determinar si el proyecto genera efectivamente dichos beneficios y si su valoración se encuentra en rango aceptable.

Los criterios socioeconómicos se refieren al impacto económico del proyecto a nivel regional o local y a los efectos sociales sobre los grupos de personas afectadas.

c) Viabilidad Institucional

Se refiere al análisis de los mecanismos de ejecución propuestos en el proyecto; la evaluación de la capacidad institucional para su ejecución, operación y seguimiento de los proyectos.

Se relaciona al análisis de impacto ambiental, como las medidas planteadas para su mitigación, prevención o compensación, según sea el caso.

Estos criterios se aplican especialmente a los proyectos que involucran obras que tienen relación con infraestructuras y que pueden generar impactos en el ambiente tanto positivos como negativos.

2.3.6. Renovación De Equipos

Toda empresa busca como objetivo fundamental el maximizar beneficios a largo plazo. Para ello procura aumentar los ingresos y minimizar los costos. Una forma de minimizar los costos es identificar el ciclo de vida óptima de los distintos equipos que componen las instalaciones industriales.

Es claro que en la medida que pasa el tiempo de operación se elevan los costos de operación y de mantenimiento de los equipos: por lo que existirá

un momento (tiempo) donde será conveniente renovar el equipo antiguo por uno nuevo.

El análisis siguiente busca proponer un método simple que permita determinar el momento óptimo de la renovación de un equipo en una instalación industrial.

A. ¿Por Que Reemplazar Equipo Industrial?

En la medida en que los equipos son operados estos envejecen, fallan por diversas causas y generan paros de tal forma que estos deben ser sometidos a ciertas actividades de mantenimiento, de modo que a los costos usuales de operación se suman los costos de mantenimiento disminuyendo los beneficios y, aunque la misión del mantenimiento es la de conservar los equipos en la mejor forma posible, muchas fuerzas se oponen a este empeño, de tal modo que tarde o temprano el equipo pierde por completo las condiciones técnicas que lo habilitan para prestar determinado servicio.

Desde luego y en primer lugar se debe reconocer que el equipo tiene una vida útil específica; entendiendo como vida útil el período de tiempo durante el cual un determinado equipo presta el servicio para el cual fue diseñado, manteniendo su integridad estructural; en el curso del cual y prestando servicio, el equipo envejece y va paulatinamente perdiendo su valor inicial hasta llegar al fin de la vida útil, a tener sólo un valor residual muy menguado y casi de desecho. Este espacio temporal (vida útil) depende de factores múltiples y complejos, tales como fallas de fabricación, condiciones de trabajo, mantenimiento, pericia y cuidado de los operadores, etc.

Normalmente, los fabricantes sugieren valores de la vida útil de los equipos, los cuales son el resultado de estudios estadísticos desarrollados para condiciones ideales con estándares norteamericanos o europeos, sin embargo, las condiciones locales, que podrán tener carácter circunstancial o más o menos permanente, son las que en realidad determinan la vida útil del equipo. Estas

características se relacionan con su empleo, el que implica un ritmo mayor o menor de desgaste.

En general, los equipos industriales durante los periodos de utilización, sufren desgaste en sus diversas partes y mecanismos, por lo cual es necesario repararlos o sustituirlos para que el equipo pueda seguir trabajando. Sin embargo, con el transcurso del tiempo es tal el deterioro de una máquina, que en vez de constituir para el propietario un bien de producción, se convierte en un gravamen. Por otra parte, las cada vez más frecuentes averías aumentan los tiempos muertos o improductivos, y llegan incluso a afectar la productividad de otros equipos que trabajan conjuntamente con ellos.

Además, con el tiempo el equipo se va volviendo obsoleto, por lo cual su propietario queda en desventaja frente a otros competidores que poseen equipos más modernos y eficientes. Es preciso destacar que llega siempre un momento en que es técnica y tecnológicamente necesario, o económicamente preferible, no prolongar más el funcionamiento de un equipo sino desecharlo definitivamente, para no caer en un costo que puede ser exagerado si se mantiene excesivamente, tratando de lograr el funcionamiento indefinido de un equipo.

Al decir de Figuera et al, los equipos industriales se deben retirar del servicio por causas que pueden agruparse en dos grandes grupos, a saber:

a) Razones Técnicas

- ✓ Destrucción Física.
- ✓ Imposibilidad de seguir prestando un nivel de servicio adecuado.

b) Razones Económicas

Éstas comprometen la competitividad del equipo. Con el tiempo se produce una degradación del rendimiento económico por necesidad de más mantenimiento, aumento de consumo de

energía, incremento en productos defectuosos, llamándose a esto envejecimiento.

- ✓ **Envejecimiento:** Se evidencia cuando es preciso gastar cada vez más, obteniendo una disponibilidad y calidad cada vez menores.

- ✓ **Obsolescencia:** Se evidencia por la evolución del contexto socioeconómico y especialmente el progreso tecnológico en el cual se desarrollan las actividades de la empresa. Un equipo industrial se debe retirar del servicio por obsolescencia cuando se agotan las materias primas que procesa o aparecen otras a partir de las cuales se pueden obtener mejores condiciones; cuando los productos que manufactura caen en desuso o cuando aparecen mejores equipos.

B. El Mejor Momento Para Efectuar El Reemplazo

El análisis científico de los problemas de renovación además de contribuir a un mejor conocimiento y previsión de los costos y las necesidades de capital, busca proveer información referente al momento oportuno para llevar a cabo el reemplazo, momento en el cual el equipo deja de prestar un trabajo eficiente y económico.

Por tanto es necesario que cada sistema productivo tome decisiones adecuadas en cuanto a la sustitución de sus equipos; algunas de las primeras conclusiones al respecto son las citadas por Selivanov, afirmaciones sencillas sin sustento teórico, realizadas por A. S. Konson, Yu. N. Artemiev, N. S. Raibman y otros (s/f); los cuales concuerdan en que el plazo óptimo de servicio de las máquinas es aquel en el que el costo de la reparación ordinaria se aproxima al costo de una máquina nueva.

Esta deducción tiene una demostración lógica que consiste en que es más ventajoso gastar los recursos no en la reparación de una máquina vieja, sino en la adquisición de una nueva; sin embargo esta deducción no se puede considerar puramente científica ya que no se analiza la

eficacia de la utilización de los recursos para la adquisición y el mantenimiento de la capacidad de trabajo de la máquina vieja.

a) **Modelos De Reemplazo**

En la literatura existen diversos modelos que pretenden resolver la incógnita del momento óptimo de reemplazo, abordando el problema desde diferentes perspectivas y bajo diferentes ambientes, algunos con un rigor teórico-práctico mayor que otros, en la teoría se encuentra documentación a partir de 1933, año en el que Aktuar Tidskr Skand publicó "Industrial Replacement". Los estudios de reemplazo pueden ser clasificados según sus características en tres grandes grupos: los que realizan comparaciones antiguo nuevo, los modelos de optimización y por último los modelos de límite.

- ✓ **Los modelos que utilizan comparación antiguo nuevo**, determinan el momento de reemplazo a través de un balance entre el equipo en uso y el equipo nuevo que lo reemplazaría, basados en las ventajas económicas de operar uno u otro. La comparación se realiza generalmente sobre datos a priori estimados por el decisor.

El modelo MAPI propuesto por Terborgh en 1946, es el primero encontrado en éste grupo y es la base de muchos otros, su objetivo es la correcta valoración de sustituir o no maquinaria, comparando la suma de los costos totales de la inferioridad operativa y el capital para la máquina actual y aquellos correspondientes a una máquina nueva, con inferioridad operativa se hace referencia a la diferencia de prestación de servicio de una máquina respecto a otra.

- ✓ **Los modelos de optimización**, buscan encontrar un valor óptimo para una función predeterminada ya sea el mínimo para funciones de costos o gastos asociados con la utilización del

equipo, o el máximo para funciones de rentabilidad o utilidad esperada por la operación del equipo.

En éste grupo, iniciando una secuencia cronológica, se encuentra el modelo para la determinación de los plazos de servicio de las máquinas presentado por Selivanov en 1971, el cual propone una solución analítica general al problema, encontrando un equivalente monetario a los indicios técnicos y tecnológicos, con los cuales se pretende agrupar toda inversión de dinero o pérdida de oportunidad que se genera al utilizar un equipo, con base en éstos se decide reemplazar en el momento en que se minimice el valor de los gastos y pérdidas específicos ligados con la utilización del equipo y referidos a la unidad de trabajo cumplido.

- ✓ **Los modelos de límite**, plantean encontrar el instante de tiempo en el cual se alcanza un parámetro previamente establecido, estos son: modelo de renovación de equipos en grupo y modelo de los costos acumulados de mantenimiento, los cuales son resueltos a través de programación dinámica.

De éste recorrido bibliográfico se puede concluir que los modelos existentes plantean la decisión de reemplazo en términos de variables netamente económicas, ya sea porque no se reconoce la importancia de la inclusión de otro tipo de variables, por la imposibilidad de establecer escalas comparativas entre ellas o por que se terminan expresando en términos económicos que aumentan la incertidumbre del modelo y por ende de la decisión final.

2.3.7. Productividad

Hoy en día no es competitivo quien no cumple con Calidad, Producción, Costos adecuados, Tiempos Estándares, Eficiencia, Innovación, Nuevos métodos de trabajo, Tecnología, y muchos otros conceptos que hacen que

cada día la Productividad sea un punto de cuidado en los planes a corto y largo plazo.

Que tan productiva o no sea una empresa podría demostrar el tiempo de vida, de dicha empresa, independientemente de la cantidad de productos fabricados. Por estas razones, la Productividad es un factor fundamental en el desarrollo diario de todo negocio.

La productividad es un instrumento comparativo para gerentes y directores de empresa, ingenieros industriales, economistas y políticos. Compara la producción en diferentes niveles del sistema económico, con los recursos consumidos.

Según la organización internacional del trabajo (OIT) los productos son fabricados como resultados de la integración de cuatro elementos principales: tierra, capital, trabajo y organización. La relación de estos elementos es una medida de la productividad. Un concepto más conocido es la tradicional relación entre insumos y resultados, sin embargo para algunos autores esto no es suficiente.

A. Concepto De Productividad En El Análisis Económico

Uno de los conceptos más relevantes en el análisis de los procesos económicos en la actualidad es el que se refiere a la productividad ya que es central para el crecimiento económico de los países. Con frecuencia se confunden entre si los términos productividad, eficiencia y efectividad: *eficiencia* es la razón entre la producción real obtenida y la producción estándar esperada y *efectividad* es el grado en que se logran los objetivos. En otras palabras, la forma en que se obtiene un conjunto de resultados refleja la efectividad, mientras que la forma en que se utilizan los recursos para lograrlos se refiere a la eficiencia. La productividad es una combinación de ambas, ya que la efectividad está relacionada con el desempeño y la eficiencia con la utilización de recursos.

¿Qué es la productividad?

En términos generales, la productividad es un indicador que refleja que tan bien se están usando los recursos de una economía en la

producción de bienes y servicios. Podemos definirla como una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos y denota la eficiencia con la cual los recursos humanos, capital, tierra, etc. son usados para producir bienes y servicios en el mercado

En periodos pasados se pensaba que la productividad dependía de los factores trabajo y capital, sin embargo, actualmente se sabe que existe un gran número de factores que afectan su comportamiento. Entre ellos se destacan la calidad de los recursos humanos, las inversiones, la razón capital/trabajo, la investigación y desarrollo científico tecnológico, los sindicatos, la globalización, la utilización de la capacidad instalada, las leyes y normas gubernamentales, las innovaciones tecnológicas, etc.

Existen dos formas de medición de la productividad: por un lado están las mediciones parciales que relacionan la producción con un insumo (trabajo, o capital) y por el otro, están las mediciones multifactoriales que relacionan la producción con un índice ponderado de los diferentes insumos utilizados.

La productividad del trabajo es una relación entre la producción y el personal ocupado y refleja que tan bien se está utilizando el personal en el proceso productivo. El coeficiente entre la producción y el empleo de personal, también nos permite comparar el pasado con el presente y establecer objetivos para el futuro. Esto lo podemos lograr por medio del estudio de cambios en la utilización del trabajo, proyectando los requerimientos futuros de mano de obra, estableciendo la política de entrenamiento de recursos humanos, examinando los efectos del cambio tecnológico en el empleo y el desempleo, evaluando los costos laborales, etc. La productividad total de los factores, en cambio, es una medida simultánea de la eficiencia en la utilización conjunta de los recursos.

Tanto en el análisis de la productividad multifactorial como de la productividad del trabajo, es necesario tener presente que tanto el capital como el trabajo no son factores homogéneos. En el caso de

éste último, los recursos humanos tienen diferentes características que se reflejan en diferentes calidades. La relevancia de la calidad del trabajo radica en que es uno de los factores que explica el comportamiento de la productividad.

Podemos mencionar varias formas en que se puede aumentar la productividad: trabajar más inteligentemente, y la inteligencia se consigue con dinero, tiempo y esfuerzo para aumentar los conocimientos y eliminar la ignorancia; encontrar herramientas que nos permitan hacer el trabajo más fácil, con menor esfuerzo o para producir más; modificando la técnica de trabajo para facilitararlo, mejorar la calidad o aumentar la cantidad.

B. Concepto de productividad según diferentes autores:

Muchos economistas han analizado el concepto de la productividad. Quesnay (1766), economista francés pionero del pensamiento económico, afirmó que:

“la regla de conducta fundamental es conseguir la mayor satisfacción con el menor gasto o fatiga”.

En **Adam Smith** podemos encontrar el concepto de productividad cuando analiza las causas y repercusiones de la división del trabajo, las características de los trabajadores y el desarrollo tecnológico y la innovación.

Por su parte, **David Ricardo**, quien planteó la teoría del valor, las ventajas absolutas y las ventajas comparativas, relacionó a la productividad con la competitividad de los países en el mercado internacional e incorporó la idea de los rendimientos decrecientes en el uso de los factores.

En otra línea de pensamiento económico, **Karl Marx** también se refirió al concepto de productividad en *“El Capital”*. Marx lo desarrolla teórica y empíricamente tanto para el sector agrícola como para el industrial, particularmente la actividad textil.

Además, diferencia la idea de productividad de la de intensidad del trabajo

“... el grado social de productividad del trabajo se expresa en el volumen de la magnitud relativa de los medios de producción que un obrero, durante un tiempo dado y con la misma tensión de la fuerza de trabajo, transforma en producto...” (Marx; 1980)

De acuerdo a los estudios realizados de **1961 a 1978, Kendrick y Vaccara; 1979**, señalan que:

“... el interés sobre la medición de la productividad, así como su análisis ha crecido notablemente. En la época de la primera conferencia el principal interés estaba relacionado con el papel que tiene la productividad en el crecimiento económico y en el desarrollo de los países. En este momento la economía mundial y la norteamericana han enfocado la atención en otros aspectos de la productividad en particular, el atraso que mostró la tasa de crecimiento norteamericano en cuanto a productividad hacia la mitad de la década de 1960 que se asoció con el crecimiento de la inflación y un bajo crecimiento de los salarios reales e ingreso per cápita, así como con problemas de competitividad de los productos norteamericanos en los mercados internacionales.

Así pues, en este siglo podemos definir dos etapas: una, en la que los autores se preocuparon principalmente por desarrollar teóricamente el concepto, analizando cuáles son los factores determinantes; y la segunda, en la que la investigación se centró, fundamentalmente, en mejorar los métodos de medición.

C. Medición de la productividad

Solow

A partir de la función de producción, contribuyó a establecer el factor total de la productividad como un concepto operacional. En su artículo **“*Technical change and the aggregate production function*”** publicado en 1957 describe una forma de separar las variaciones en el producto per cápita debidas al cambio técnico y la disponibilidad de

capital per cápita. Solow define a la función de producción agregada como:

$$Q = F(K, L; t)$$

Donde:

Q = producción,

K = insumo de capital,

L = insumo de mano de obra,

K y L representan los insumos de capital y mano de obra en unidades físicas, y *t* representa el tiempo y aparece en F para considerar el cambio técnico.

Así pues, Solow se basa en una función de producción de tipo **Cobb-Douglas** con rendimientos constantes a escala, cambio tecnológico autónomo y neutral y competencia perfecta:

$$dA = dQ - a dL + b dK \quad b = (1 - a)$$

Donde:

a y b son las participaciones de trabajo y capital en el ingreso, dQ, dL y dK son las derivadas en t de Q, L y K.

Cabe señalar que Solow utiliza el concepto *cambio técnico* para referirse a:

"... cualquier clase de desplazamiento de la función de producción. Así pues, los retardos, las aceleraciones, las mejoras en la educación de la fuerza de trabajo, y toda clase de cosas, aparecerán como cambio técnico" (Solow; 1957).

Este autor diferencia al *cambio técnico neutral* de los movimientos a lo largo de ella y definiéndolo como:

"... los desplazamientos de la función de producción cuando dejan intactas las tasas marginales de sustitución y sólo aumentan o disminuyen la producción obtenible de insumos dados. En este caso, la función de producción se representa de la siguiente manera:

$$Q = A(t) f(K, L)$$

En el que el factor multiplicativo $A(t)$ mide el efecto acumulado de los desplazamientos a través del tiempo.”

Solow propone un método para separar los desplazamientos de la función de producción agregada de los movimientos a lo largo de ella.

Dicho método descansa en los siguientes supuestos:

- ✓ *Se paga a los factores sus productos marginales,*
- ✓ *Rendimientos constantes a escala a nivel agregado de toda la economía.*
- ✓ *Neutralidad del cambio tecnológico.*
- ✓ *Competencia perfecta en toda la economía.*

A partir de estos supuestos, el *cambio tecnológico* representa la parte del crecimiento del producto que no es "explicable" por el incremento de los insumos e incluye el mejoramiento en la educación de la fuerza de trabajo en el *cambio técnico*.

D. Los Factores De La Producción: Una Visión Global

Levitan y Werneke 1984

Identifican como factores que afectan la productividad a la tecnología, la educación y la calificación de la fuerza de trabajo, los cambios en la utilización de la planta y el equipo, y la organización. Distinguen dos corrientes en torno a la caída de la productividad a nivel internacional:

- ✓ *La económica, que evalúa las tendencias de la productividad para enfatizar los factores macroeconómicos que contribuyen directamente al crecimiento: inflación y cambio cíclico en la demanda, inversión en nuevas plantas y equipo, el desarrollo de nuevas tecnologías y la calificación y experiencia de la fuerza de trabajo. Y,*
- ✓ *La institucional que concentra su explicación en el rol de la conducta, actitudes e interacciones entre los principales participantes económicos.*

Los autores reconocen que un indicador común para medir la productividad es el producto sobre el número de empleados o

empleados por hora, pero también, señalan, existen otras formas de medir la productividad, entre ellas destacan la propuesta de Denison quien en su modelo incluye: factores (capital, trabajo, tierra) resultado por unidad de input (insumo), factores irregulares (huelgas, cambios en la demanda, etc.), avance en el conocimiento.

Martín Baily 1956

Señaló que entre los factores que explican el comportamiento de la productividad están los siguientes: trabajo, capital, tecnología, energía y materiales, medición del producto, composición del producto, características gerenciales, regulación ambiental y política de demanda.

Ahora bien, en términos de la medición, la cuantificación de los recursos es muy difícil. Así pues, una elevación del producto no es claramente cuantificable en todas las actividades económicas, como tampoco los cambios cualitativos (calidad de los productos, nuevos productos), asociados al mejoramiento tecnológico, no son identificables ni medibles tan fácilmente. Se presentan dificultades en la medición de las horas trabajadas si se consideran las vacaciones y los días festivos, como así también en la cuantificación del capital, al trabajar con activos físicos (equipos, estructuras, etc.) y el precio de renta (o parte de la depreciación) de cada tipo de activo.

Por otra parte, uno de los problemas en la medición de la productividad tiene que ver con las fuentes de información. En algunos casos, es difícil hacer series históricas ya que el contenido de los conceptos cambia, también cuando se trata de comparar la productividad al nivel internacional, las variables no necesariamente son las mismas.

Hernández Laos 1993 la productividad total de los factores

Señala que la productividad generalmente se concibe como una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos. Este autor plantea que si bien es cierto el indicador más usual es la productividad del trabajo, también es cierto que hay tantos índices de productividad como recursos utilizados en la producción. Sin embargo, las productividades parciales no muestran la eficiencia conjunta de la

utilización de todos los recursos por lo que es importante tener una medida simultánea de la eficiencia en la utilización conjunta de los recursos; es decir, una medida de la productividad total de los factores (PTF).

El concepto de PTF, definido como la relación entre el producto real y la utilización real de factores o insumos, señala Hernández Laos, fue introducido en la literatura económica por Tinbergen al inicio de la década de los años cuarenta. De manera independiente, este concepto fue desarrollado por Stigler, y posteriormente utilizado y reformulado en los años cincuenta y los sesenta por diversos autores, entre los que destacan Kendrick, Solow, y Denison. Más recientemente, resaltan las contribuciones de Lydall, Diewert, Christensen y Jorgenson en ésta línea de investigación.

Para Hernández Laos, el problema de estas investigaciones es que suponen el progreso técnico como la derivada en el tiempo de la función de producción implícita en sus mediciones, lo que es correcto desde el punto de vista teórico, pero impone algunas restricciones para la medición de la PTF por medio de números índices. La razón de ello estriba en que los números índices generalmente implican comparaciones utilizando datos de carácter discreto, lo que obliga a establecer una aproximación discreta a la derivada de la función de producción en el tiempo.

El índice de productividad total de los factores se expresa como:

$$PTF = (Qt/Qo) / (a * (Lt/Lo) + b * (Kt/Ko))$$

En donde:

Qt y Qo: son los índices de volumen del PIB al costo de los factores de la industria, en el periodo t y o, respectivamente.

Lt y Lo: son índices de los insumos de mano de obra en el periodo t y o, respectivamente.

K_t y K_o : son los índices de los acervos netos de capital fijo reproducible, valuado a precios constantes, en el periodo t y o , respectivamente.

$a = (W_o/Y_o)$: es la ponderación de los insumos de mano de obra en los insumos totales (Igual, a su vez, a la participación de las remuneraciones de los asalariados en el PIB al costo de los factores en el año base).

$b = (U_o/Y_o)$: es la ponderación de los insumos de capital en los insumos totales (e igual a $1 - a$).

Y_o : expresa el valor agregado neto de la industria;

W_o : la remuneración a los asalariados en esa industria; y

U_o : los beneficios netos de la industria.

El índice de PTF expresa una relación entre productos e insumos, lo cual es consistente con la definición tradicional de productividad. Relaciona el índice de crecimiento del valor agregado (valuado a precios constantes) con un índice de crecimiento de los insumos primarios (ponderados de acuerdo con su participación en el valor del producto en el año base). Es así, un índice de productividad total de los factores, equivalente a un promedio ponderado de los índices de productividad parcial de la mano de obra y del capital.

Para el autor, si los productos y los insumos están correctamente cuantificados, los cambios en la PTF reflejan, en términos generales, cambios en la eficiencia productiva, los cuales pueden derivar de cualquiera de las siguientes causas:

- ✓ *Cambios tecnológicos;*
- ✓ *Cambios en las escalas de producción que conducen a un mejor aprovechamiento de los factores productivos (fijos y variables);*
- ✓ *Cambios en los insumos de capital intangible que aumentan la calidad de los insumos tangibles, como por ejemplo, los aumentos en los niveles educativos, y*
- ✓ *Reasignación sectorial de los recursos productivos en la economía.*

E. Factor Trabajo En La Medición De La Productividad De Denison

Al inicio de los años sesenta Denison y Schultz analizaron los factores que incidían en el crecimiento económico en Estados Unidos entre 1910 y 1960.

Particularmente Denison, señala que es necesario distinguir entre el crecimiento de la producción "potencial" del país, su habilidad o capacidad para producir bienes y servicios vendibles, y los cambios en la razón de la producción efectiva a la "potencial".

El crecimiento de la producción potencial depende de los cambios en la cantidad y la calidad de la mano de obra y el capital disponibles, del adelanto de los conocimientos y de factores similares. Mientras que la razón de la producción efectiva a la potencial está gobernada, sobre todo, por la relación entre la demanda agregada y la producción potencial.

En sus trabajos, Denison hizo ajustes para convertir los factores convencionales de producción en medidas de insumos de trabajo y capital y atribuir el crecimiento de la productividad factorial (es decir, el residual) a las economías a escala, a la reasignación de recursos y al avance de las técnicas.

Denison analizó las causas del crecimiento económico de los Estados Unidos y concluyó que de 1929 a 1957, el aumento de la educación elevó la calidad media de la fuerza de trabajo. Esta afirmación se sustenta en el supuesto de que el trabajador masculino típico con más de 25 años de edad en 1957 pasó más días en la escuela que el trabajador masculino típico de 1929. Con objeto de estimar el efecto del mejoramiento de la educación sobre la calidad media de la fuerza de trabajo, construyó para varias fechas distribuciones de los trabajadores masculinos por el número de años de escuela que habían completado.

Además, señala que cualquiera que sea el periodo que se examine, el crecimiento económico proviene y seguirá proviniendo, sobre todo, de

un aumento de la fuerza de trabajo, de más educación y más capital, y del avance de los conocimientos, mientras que las economías de escala ejercen una influencia de refuerzo importante pero esencialmente pasiva.

En 1974, Denison incluyó en el concepto de fuerza de trabajo, factores como estimaciones sobre el efecto de la educación, el cambio en la composición de la edad, de sexo y otros factores que también pueden afectar las cualidades de la fuerza de trabajo con el tiempo. Con esto Denison intentó cuantificar el efecto que sobre el crecimiento deja un número muy grande de factores, todos ellos relacionados con el conocimiento.

F. Importancia De La Productividad

Luego de estudiar los conceptos y mediciones de la productividad estamos en condiciones de responder a la siguiente pregunta: *¿por qué la productividad es importante?* La respuesta es que directamente influye en muchos factores esenciales. La alta productividad implica altos ingresos reales tanto para el trabajador como para las organizaciones, alta inversión en investigación y desarrollo y más atención a los problemas del medio ambiente.

En industrias clave, esto significa menores costos y una alta participación en el mercado internacional. Y para las naciones esto significa altos estándares de vida, menos inflación mejor balanza de pagos y una más fuerte moneda.

Muchas compañías, especialmente aquellas que intentan la competencia internacional están muy conscientes acerca de su lenta productividad y están altamente interesadas en mejorar sus esfuerzos. Las compañías utilizan una gran variedad de orientaciones para mejorar la productividad. Las tres más importantes orientaciones son:

Tecnológica, la cual se enfoca a cambios mayores en equipamiento y procesos tecnológicos; **administrativa**, la cual se orienta a definir la misión estratégica más claramente, cambiar la estructura básica, y aplicar las técnicas de administración de operaciones, y **conductual** la cual se enfoca al trabajador, al incrementar su motivación de trabajar

de forma alineada los objetivos de su principal. En nuestro estudio de caso, creemos poder encontrar cada uno de estos componentes.

2.4. MARCO LEGAL

Los alcances de evaluación de la calidad del aire y niveles de ruido presentados cubrieron las exigencias establecidas por los estándares nacionales de calidad ambiental para aire (D.S. N° 074-2001-PCM y D.S. N° 003-2008-MINAM) y para ruido (D.S. N° 085-2003-PCM) que establecen la necesidad de proteger la salud de las personas.

La ubicación de los puntos de muestreo considerados para el muestreo de aire y medición de niveles de ruido, se presenta en el Mapa.

2.4.1. Calidad Del Aire

Los Estándares de Calidad Ambiental para Aire han sido fijados por el Estado Peruano mediante el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire (ECA), aprobado por el D.S. N° 074-2001-PCM y el D.S. N° 003-2008-MINAM “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire”.

TABLA 3: Niveles De Concentración Máxima Para Calidad Del Aire

PARÁMETRO	PERIODO	FORMA DEL ESTÁNDAR		MÉTODO DE ANÁLISIS
		VALOR	FORMATO	
PM10	24 horas	150 µg/m ³	NE más de 3 veces/año	Separación inercial/filtración (gravimetría)
PM2,5	24 horas	50 µg/m ³	Media aritmética.	Separación inercial/filtración (gravimetría)
DIÓXIDO DE AZUFRE (SO ₂)	24 horas	80 µg/m ³ (1)	NE más de 1 vez / año	Colorimétrico
MONÓXIDO DE CARBONO (CO)	8 horas	10 000 µg/m ³	Promedio móvil	Colorimétrico
DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO ₂)	1 hora	200 µg/m ³	NE más de 24 veces/año	Colorimétrico
OZONO (O ₃)	8 horas	120 µg/m ³	NE más de 24 veces/año	Colorimétrico
PLOMO (PB)	Mensual	1,5 µg/m ³	NE más de 4 veces/año	Método para PM10 (Espectrometría de Emisión Atómica con Plasma de Inducción Acoplada)
SULFURO DE HIDROGENO (H ₂ S)	24 horas	150 µg/m ³	Media aritmética.	Fluorescencia UV (método automático)
BENCENO (2)	Anual	4 µg/m ³	Media aritmética.	Cromatografía de gases
HIDROCARBUROS TOTALES (HT) EXPRESADO COMO HEXANO (4)	24 horas	100 mg/m ³	Media aritmética.	Cromatografía de gases

Fuente: Estándares Nacionales De Calidad Ambiental Del Aire (ECA)

Todos los valores son concentraciones en microgramos por metro cúbico (ug/m³). D.S. N° 074-2001-PCM y D.S. N° 003-2008MINAM

- ✓ (1): Estándar de SO₂ para 24 horas establecido por D.S. N° 003-2008-MINAM.
- ✓ (2): Compuesto Orgánico Volátil (COV). Estándar establecido por D.S. N° 003-2008-MINAM.
- ✓ (3): Hidrocarburos Totales (HT). Estándar establecido por D.S. N° 003-2008-MINAM.
- ✓ NE: No exceder

2.4.2. Ruido Ambiental

Durante la etapa de construcción del proyecto, las fuentes principales de emisión sonora corresponden a maquinarias utilizadas en excavaciones y movimiento de tierras, esmerilados, soldadura y montaje de los compresores. Mientras que, durante la etapa de operación se estima que la emisión de ruido estaría asociada a la operación de los compresores instalados, producto del movimiento de los engranajes del sistema de transmisión y generación y al ruido producido por la absorción de aire de estas máquinas.

Los Estándares de Calidad Ambiental para Ruido han sido fijados por el Estado Peruano mediante el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA), para Ruido aprobado por el D.S. N° 085-2003-PCM "Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido".

TABLA 4: Niveles Máximos Para Ruido Ambiental

ZONAS DE APLICACIÓN	VALORES EXPRESADOS	
	Horario Diurno (1)	Horario Nocturno (2)
Zona Industrial	80	70
Zona Residencial	60	50

Fuente: Estándares Nacionales De Calidad Del Ruido (ECA)

D.S. No. 085-2003-PCM.

- ✓ De 07:00 a.m. a 22:00 p.m.
- ✓ De 22:00 p.m. a 07:00 a.m.

2.4.3. Reglamento De Seguridad Industrial

- ✓ Reglamento Interno de Seguridad e Higiene Industrial D.S. 42-F Reglamento de Seguridad Industrial.
- ✓ Comité de Seguridad e Higiene Industrial Decreto Supremo 42-F Reglamento de Seguridad Industrial.
- ✓ Registro de Libro de Servicios de Caldero de vapor y otros recipientes a presión.

Aspectos Básicos Instalaciones Civiles

- ✓ Estado de paredes, escaleras, pisos y techos.
- ✓ Barandas en espacios abiertos.
- ✓ Cubiertas de material resistente en aberturas en los pisos.
- ✓ Lugares de tránsito libres de desperfectos, protuberancias u obstáculos.

Medidas Básicas

- ✓ Guardas de protección de máquinas.
- ✓ Extintores ubicados en lugares visibles y de fácil acceso.
- ✓ Extintores con carga vigente.
- ✓ Rutas de escape.
- ✓ Indicación de carga máxima en los equipos para izar.

Almacenamiento Y Traslado De Productos

- ✓ Apilamiento seguro.
- ✓ Espacios adecuados para el tránsito de personas.
- ✓ Equipos adecuados para el transporte de los productos.
- ✓ Rotulado de los envases que contienen sustancias químicas, para su fácil identificación.

Riesgos Eléctricos

- ✓ Instalación de las llaves térmicas protegidas dentro de cajas.
- ✓ Cables portátiles “extensiones” vulcanizados (doble revestimiento).
- ✓ Conductores eléctricos dentro de ductos (entubados).
- ✓ Maquinaria conectada a una toma de puesta a tierra.

Protección Personal

- ✓ Anteojos protectores.
- ✓ Calzado de seguridad.
- ✓ Auriculares o tapones auditivos.
- ✓ Guantes.
- ✓ Respiradores o Mascarillas.
- ✓ Vestidos / Mandiles de protección.
- ✓ Uso correcto de los implementos de protección.

Servicios De Bienestar

- ✓ Vestuarios.
- ✓ Servicios Higiénicos.
- ✓ Limpios y bien conservados.
- ✓ Baños separados por sexo.
- ✓ Adecuados al número de trabajadores.
- ✓ Botiquín de primeros auxilios abastecido de medicamentos.

Gestión De Seguridad Y Salud En El Trabajo

- ✓ Comité de Seguridad / Supervisor de Seguridad.
- ✓ Libro de Actas del Comité de Seguridad registrado en el MTPE.
- ✓ Reglamento de Interno de Seguridad e Higiene Industrial.
- ✓ Registro de Accidentes / Incidentes.
- ✓ Libro de Servicio de Compresora / Caldero registrado en el MTPE.
- ✓ Inscripción en el Registro de Alto Riesgo del MTPE.

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN DE LA HERRAMIENTA

3.1. GENERALIDADES

La Fábrica De Tejidos Pisco S.A.C., inició su actividad el 21 de octubre del 1990 con el nombre de COTTONIFICIO SURPERÚ S.A.C. mediante escritura pública, celebrada ante el notario Dr. Mario Cesar Valdivieso, la misma que obra inscrita en la partida N° 11002469 del Registro de Persona Jurídica de la Zona Registral N° XI – Sede Ica Oficina Pisco y a inicios de enero del 2008 la empresa adquirió el nombre de FÁBRICA DE TEJIDOS PISCO S.A.C.

Es una empresa perteneciente al rubro textil, la cual se dedica a la elaboración y venta de tejido de algodón, produciendo tela plana de tipo DENIM y brindando también servicio de hilatura.

Cuenta con una moderna planta, que permite dar una ágil respuesta a los requerimientos de sus clientes.

La empresa, comercializa sus productos en el mercado nacional e internacional.

Actualmente, la compañía cuenta con una capacidad instalada que le permite una producción anual de aproximadamente 20 millones de metros de tejido plano.

Todos sus procesos son monitoreados y controlados por un personal calificado y con la más alta tecnología, lo que garantiza un óptimo desempeño.

TABLA 5: Datos Generales De La Empresa

DATOS GENERALES	
Nombre De La Empresa Y/O Razón Social	Fábrica De Tejidos Pisco S.A.C.
Dirección	Prolongación Av. Las Américas S/N
Provincia/ Departamento	Pisco/ Ica
Código Ciiu	17117
Representante Legal	Wilde Peña Callirgos
Teléfono	(056) 532229

Fuente: Elaboración Propia

GRÁFICO 9: Ubicación Geográfica De La Empresa



Fuente: Elaboración Propia

PRODUCTOS ELABORADOS EN LA EMPRESA TEJIDOS PISCO S.A.C.

TABLA 6: Artículos De Línea – RÍGIDOS

ARTÍCULO	ANCHO [CMS]	PESO. Oz.	LIGAMENTO	TINTURA	COMPOSICIÓN
BOXER LINEAL	181	11.26	S2/1S	AZUL 24 DIPS	100% ALGODÓN
COYOTE	181	9.06	S2/1Z	AZUL 24 DIPS	100% ALGODÓN
CAMINANTE LINEAL	183	11.21	S2/1S	AZUL 24 DIPS	100% ALGODÓN
CAPRICORNIO	179	11.36	S3/1Q	AZUL 24 DIPS	100% ALGODÓN
CAPRICORNIO NATURAL	179	11.64	S3/1Q	CRUDO	100% ALGODÓN
DAKAR	179	11.46	TAFETAN	AZUL 24 DIPS	100% ALGODÓN
PUMA	181	11.65	S3/1Z	AZUL 24 DIPS	100% ALGODÓN
PUMA NATURAL	180	11.94	S3/1Z	CRUDO	100% ALGODÓN
INVICTUS	181	11.18	S3/1S	AZUL 24 DIPS	100% ALGODÓN
INVICTUS BLACK	181	11.78	S3/1Z	BLACK	100% ALGODÓN
SAFARI	176	10.76	S2/1Z	AZUL 24 DIPS	100% ALGODÓN
LOUISIANA	169.6	12.37	S3/1S	AZUL 24 DIPS	100% ALGODÓN
TARAPACA	175.5	12.00	S2/1Z	AZUL 24 DIPS	100% ALGODÓN
TITAN 24 DIPS LINEAL	175.5	12.00	S3/1Z	AZUL 24 DIPS	100% ALGODÓN
TITAN NZ LINEAL	175.5	12.00	S3/1Z	NEZUL	100% ALGODÓN
SALVATORE 3D AZUL	178	11.30	S3/1Z	AZUL 24 DIPS	75% ALGODÓN/25%POLIESTER
SALVATORE 3D NEZUL	179	11.49	S3/1Z	NEZUL	75% ALGODÓN/25%POLIESTER
SALVATORE 3D BLACK	179	11.30	S3/1Z	BLACK	75% ALGODÓN/25%POLIESTER
1666	174	14.65	S3/1Z	AZUL 24 DIPS	100% ALGODÓN
1895	174	15.00	S3/1Z	AZUL 24 DIPS	100% ALGODÓN

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 7: Artículos De Línea - STRETCH

ARTICULO	ANCHO [CMS]	PESO. Oz.	LIGAMENTO	TINTURA	COMPOSICIÓN
AVATAR 3%	160	11.08	S3/1Z	AZUL 24 DIPS	91% ALGODÓN - 7% POLIÉSTER - 2% ELASTANO
BOXER	161.5	9.64	S2/1S	AZUL 24 DIPS	86% ALGODÓN - 12% POLIÉSTER - 2% ELASTANO
BOXER NATURAL	161	9.6	S2/1S	CRUDO	86% ALGODÓN - 12% POLIÉSTER - 2% ELASTANO
CREPUSCULO	145.5	11.08	SATEN	AZUL 24 DIPS	70% ALGODÓN - 26% POLIÉSTER - 4% ELASTANO
COLUMBIA	147	10.34	SATEN	AZUL 24 DIPS	90% ALGODÓN - 8% POLIÉSTER - 2% ELASTANO
CURIOSITY	143	10.10	SUPER SATEN	AZUL 24 DIPS	89% ALGODÓN - 9% POLIÉSTER - 2% ELASTANO
CURIOSITY NATURAL	150	10.35	SUPER SATEN	CRUDO	89% ALGODÓN - 9% POLIÉSTER - 2% ELASTANO
DISCOVERY	150.5	9.6	SATEN	AZUL 24 DIPS	90% ALGODÓN - 8% POLIÉSTER - 2% ELASTANO
DISCOVERY NATURAL	150	9.69	SATEN	CRUDO	90% ALGODÓN - 8% POLIÉSTER - 2% ELASTANO
GALAXY	155	9.83	S3/1Z	AZUL 24 DIPS	84% ALGODÓN - 13% POLIÉSTER - 3% ELASTANO
IBIZA	162	9.45	S2/1S	AZUL 24 DIPS	86% ALGODÓN - 12% POLIÉSTER - 2% ELASTANO
ITACA	157	9.92	S3/1Z	AZUL 24 DIPS	85% ALGODÓN - 12% POLIÉSTER - 3% ELASTANO
JALISCO	153	8.71	S2/1S	AZUL 24 DIPS	85% ALGODÓN - 13% POLIÉSTER - 2% ELASTANO
KOMFORT	169	11	S2/1S	AZUL 24 DIPS	91% ALGODÓN - 7% POLIÉSTER - 2% ELASTANO
LUNA	146	10.68	SATEN	AZUL 24 DIPS	70% ALGODÓN - 26% POLIÉSTER - 4% ELASTANO
PANTERA	159.5	9.76	S2/1S	AZUL 24 DIPS	85% ALGODÓN - 13% POLIÉSTER - 2% ELASTANO
PLATINIUM	155	10	S3/1Z	AZUL 24 DIPS	85% ALGODÓN - 12% POLIÉSTER - 3% ELASTANO
PANTERA 2%	169	11.0	S2/1Z	AZUL 24 DIPS	91% ALGODÓN - 7% POLIÉSTER - 2% ELASTANO
PANTERA 3%	159	11.06	S3/1Z	AZUL 24 DIPS	91% ALGODÓN - 7% POLIÉSTER - 2% ELASTANO
SATURNO	142	9.1	SUPER SATEN	AZUL 32 DIPS	75% ALGODÓN - 20% POLIÉSTER - 5% ELASTANO
SATURNO NATURAL	145	9.4	SUPER SATEN	CRUDO	76% ALGODÓN - 19% POLIÉSTER - 5% ELASTANO
SOL	148.5	8.6	SATEN	AZUL 24 DIPS	75% ALGODÓN - 21% POLIÉSTER - 4% ELASTANO
SOL NATURAL	149	8.56	SATEN	AZUL 24 DIPS	74% ALGODÓN - 22% POLIÉSTER - 4% ELASTANO
VENETO	142	9.16	SUPER SATEN	AZUL 24 DIPS	76% ALGODÓN - 24% POLIÉSTER - ELASTINA
VIGO 3%	150	10.5	S3/1Z	AZUL 24 DIPS	91% ALGODÓN - 7% POLIÉSTER - 2% ELASTINA
CHICLE 4%	145.5	10.55	S3/1Z	NEZUL	79% ALGODÓN - 19% POLIÉSTER - 2% ELASTANO

Fuente: Elaboración Propia

3.1.1. Misión

Producir tejidos de alta calidad que permitan satisfacer la demanda del mercado y las expectativas de sus clientes, logrando los más altos estándares de calidad y eficiencia en todos sus procesos.

3.1.2. Visión

Ser líder en el mercado local con un alto reconocimiento en el mercado sudamericano gracias a sus altos estándares de calidad, siempre a la vanguardia de las nuevas tendencias.

3.1.3. Valores

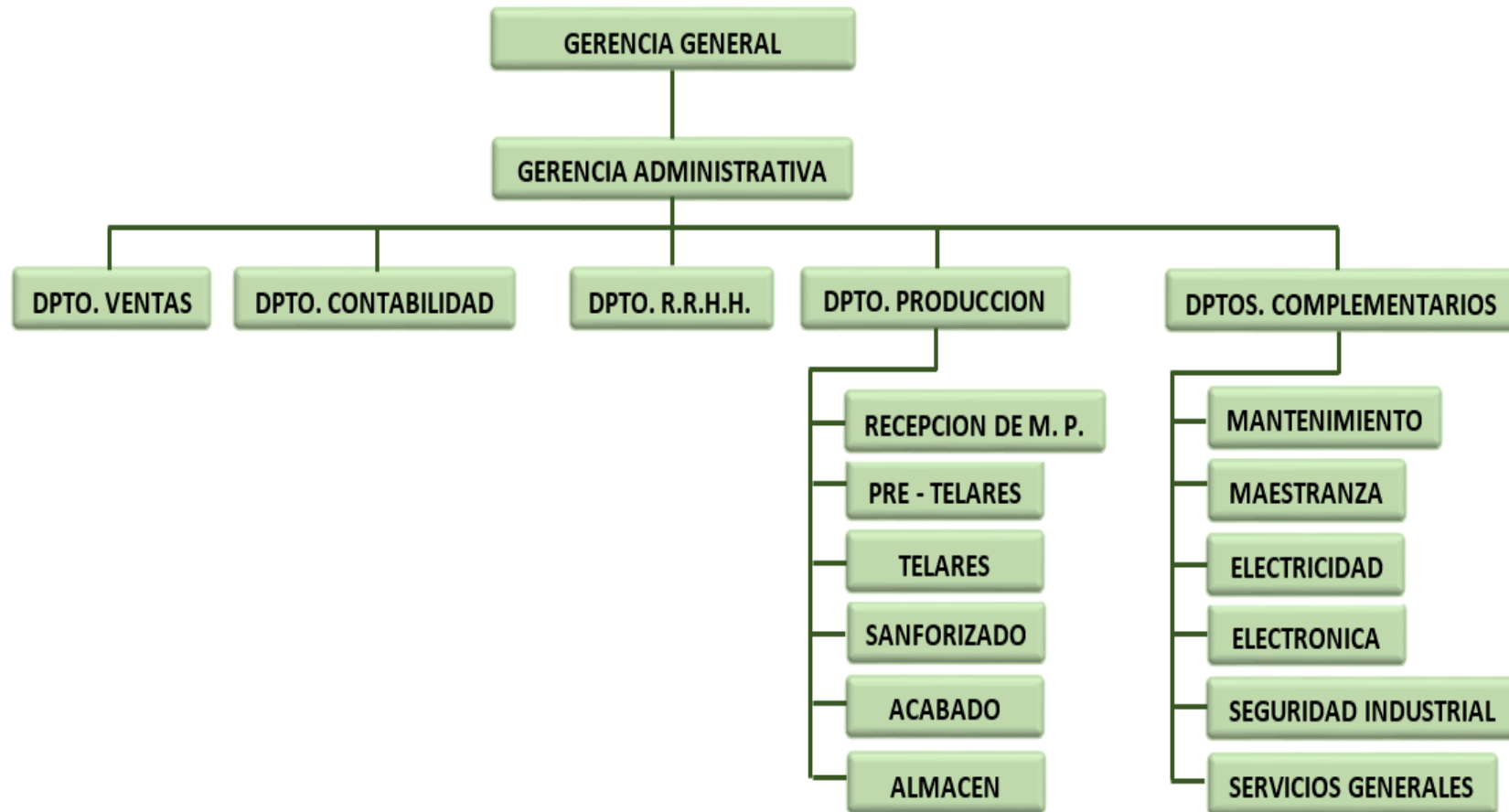
Nuestra Organización sustenta su accionar en función a los siguientes valores:

- ✓ **Respeto;** “Respetamos y valoramos a todas las personas en la empresa, por ello cumplimos con las normas y políticas internas, velando por el buen clima laboral”
- ✓ **Calidad;** “Buscamos la calidad integral de nuestros colaboradores, procesos y productos, de acuerdo a las actuales exigencias del mercado y la globalización”
- ✓ **Innovación;** “Somos abiertos a los cambios, buscamos la mejora continua y diferenciación competitiva a partir de la investigación, análisis y creatividad”
- ✓ **Trabajo en Equipo;** “Ponemos a disposición del equipo nuestra confianza, talentos y entusiasmo para alcanzar los objetivos comunes con resultados superiores”.
- ✓ **Responsabilidad Social;** “Estamos comprometidos con el uso racional y responsable de los recursos, generando productos que mejoren la calidad de vida de nuestros colaboradores, clientes, sociedad y el cuidado del medio ambiente, a través del crecimiento económico y competitividad de nuestra empresa”

3.1.4. Objetivo General

Elaborar prendas de corsetería con la calidad y cantidades convenidas, al más bajo costo para cumplir con las expectativas de los clientes.

3.1.5. Organigrama



Fuente: Elaboración Propia

A. Gerente General

El Gerente General es el Representante Legal de la empresa y es quien se encarga de velar el cumplimiento de todos los requisitos legales que afecten los negocios de la empresa y también tiene a su cargo la dirección y la administración de los negocios sociales.

Funciones

- ✓ Planificar, dirigir y controlar las actividades de la empresa con la finalidad de asegurar el cumplimiento de los objetivos y metas establecidas.
- ✓ Liderar la elaboración del plan estratégico de la empresa, el presupuesto de venta y presentarlo al directorio para su aprobación.
- ✓ Gestión y supervisión de desarrollo y producción de producto.
- ✓ Aprobar y presentar los informes de resultados.
- ✓ Proponer lineamientos estratégicos en función a los cambios del mercado.

B. Gerente Administrativo

Realizar la eficaz y eficiente administración de los recursos financieros y físicos utilizados para el cumplimiento de las metas de la empresa, controlando y evaluando las actividades de compras, suministro, presupuestación, costeo pago de obligaciones y registro contable que se realizan para el logro de los objetivos de la empresa.

Funciones

- ✓ Formular, firmar y controlar el presupuesto anual de la empresa en coordinación con las áreas responsables.
- ✓ Análisis de los ingresos de la Compañía, condiciones de Créditos y otros elementos financieros para manejar todo lo referente a flujo de caja e inversiones.
- ✓ Manejar las relaciones con el grupo de auditores y demás asesores externos.
- ✓ Garantizar el pago a tiempo de los proveedores nacionales e internacionales.
- ✓ Supervisar la preparación de reportes gerenciales y financieros, a fin revisarlos en conjunto con la Gerencia General.

- ✓ Asegurar que todas las empresas cuenten con los permisos, patentes, licencias, registros, contribuciones, entre otros vigentes y al día.
- ✓ Supervisión de la Tesorería de la empresa
- ✓ Garantizar el buen funcionamiento de los tributos de las empresas
- ✓ Velar por la correcta aplicación de los Principios de Contabilidad.

C. Jefe De Ventas

Encargado de realizar exitosamente la venta de los productos, en las zonas que corresponda.

Funciones

- ✓ Realizar las ventas de manera exitosa.
- ✓ Tener comunicación con los clientes para saber si están satisfechos con el producto.
- ✓ Tratar de que las entregas de los productos sean puntuales.
- ✓ Mantener al personal más capacitado para la atención a los distintos clientes.
- ✓ Interiorizarse sobre qué es lo que quiere el cliente para informarlo y poder satisfacer mejor sus demandas.

D. Jefe De Contabilidad

Tiene como función principal liderar, planificar, dirigir y establecer controles contables que permitan dar cumplimiento tanto a las normativas legales vigentes como a las políticas internas de la empresa.

Funciones

- ✓ Procesar, codificar y contabilizar los diferentes comprobantes por concepto de activos, pasivos, ingresos y egresos, mediante el registro numérico de la contabilización.
- ✓ Verificar que las facturas recibidas en el departamento contengan correctamente los datos fiscales de la empresa que cumplan con las formalidades requeridas.
- ✓ Registrar las facturas recibidas de los proveedores.

- ✓ Revisar el cálculo de las planillas de retención de Impuesto sobre la renta del personal emitidas por los empleados.
- ✓ Llevar mensualmente los libros generales de Compras y Ventas.
- ✓ Elaborar los comprobantes de diario, mediante el registro oportuno de la información siguiendo con los Principios Contables generalmente Aceptado, a objeto de obtener los estados financieros.
- ✓ Cualquier otra actividad fijada por el Gerente Administrativo de la empresa.
- ✓ Cumplir y hacer cumplir todas las recomendaciones de tipo contable, administrativo y fiscal, formuladas por el Contralor Interno, Asesor fiscal / financiero.
- ✓ Elaboración de cheques para el recurso humano de la empresa, proveedores y servicios.
- ✓ Llevar libros contables (Diario, mayor e inventarios).
- ✓ Control y ejecución de solvencias de Seguro Obligatorio.
- ✓ Realización de la relación de las Cuentas por Cobrar y por Pagar.

E. Jefe De Recursos Humanos

Responsable de la administración de los recursos humanos, sus objetivos es reclutar a los mejores recursos para un excelente funcionamiento de la organización .Capacitación para todas las áreas de la organización, dando capacitación a los que ingresan como a los que ya están en ella. Se ocupan de analizar cuáles son las mejores formas de motivar a su personal.

Funciones

- ✓ Responsables del reclutamiento del personal.
- ✓ Participar en la formulación, evaluación y ejecución de Proyectos de capacitación para ingresantes y personal que ya ésta en la empresa.
- ✓ Programas para evaluar al personal, premiarlos o sancionarlos, según sea el caso.
- ✓ Informar al gerente sobre alguna necesidad de capacitar, en el caso que sea necesario.
- ✓ Asesorar al personal sobre determinados temas.

F. Jefe De Producción

Encargado de supervisar que dentro del proceso productivo se cumpla con los objetivos y con el plan de producción dando soluciones a problemas presentados a la mayor brevedad posible garantizando que las personas a su cargo se comprometan con sus funciones, y las cumplan.

Funciones

- ✓ Asegurar la producción, mantenimiento y correcta utilización de los recursos.
- ✓ Dar soluciones inmediatas a problemas que surjan en la producción.
- ✓ Controlar que los procesos de producción se realicen correctamente.
- ✓ Asesorar en la compra de nuevos materiales para nuevos productos.
- ✓ Informar al Gerente General del funcionamiento de esta área.

G. Jefe De Mantenimiento

Cumple un difícil papel entre las distintas áreas de la empresa (mantenimiento, electricidad, electrónica, maestría y servicios generales) solucionando problemas técnicos en tiempo récord para mantener la producción y, por otro lado, se le exigen informes sobre el aspecto económico de su departamento y su influencia en las cuentas globales de la empresa.

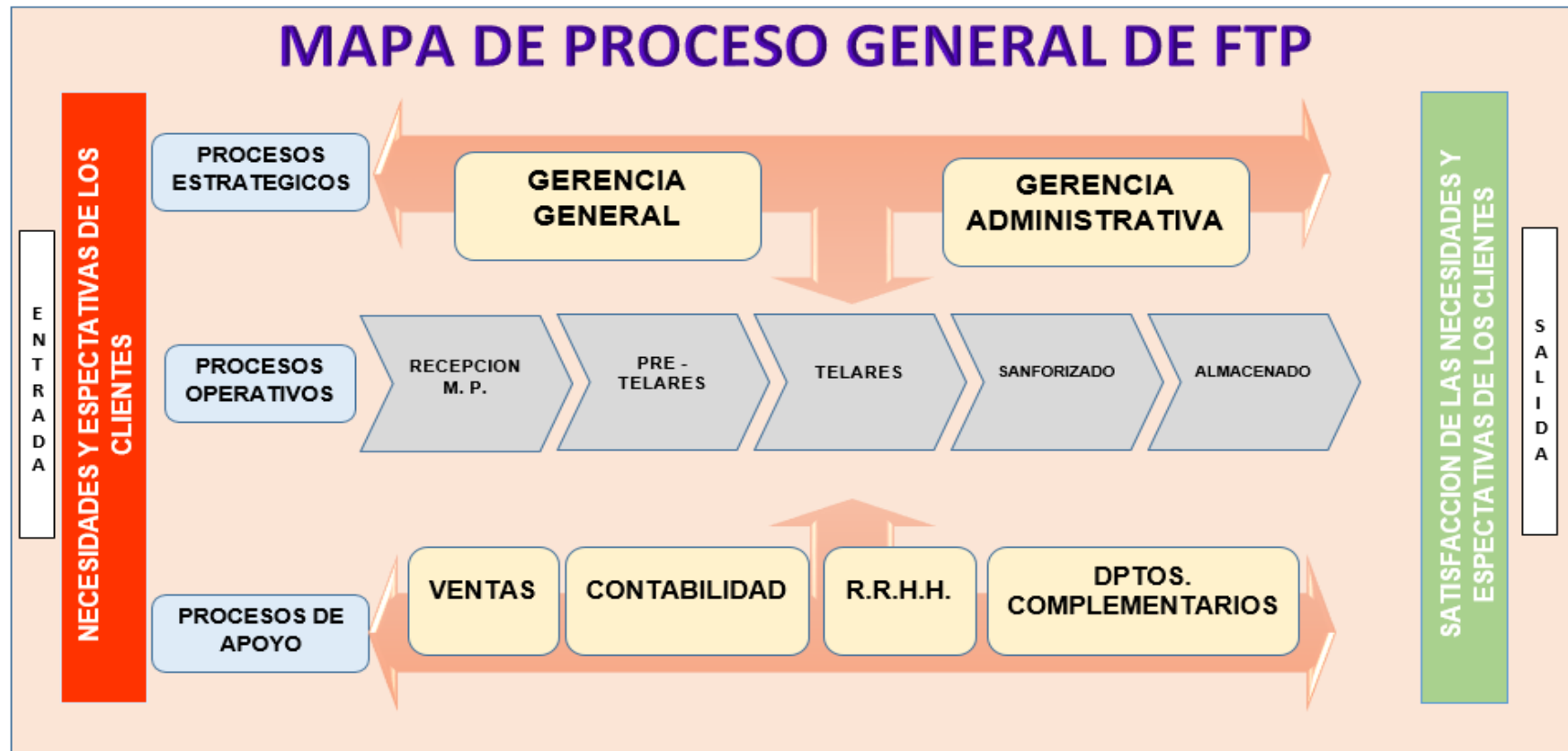
Funciones

- ✓ Mantener comunicación constante con el Coordinador del Área en cuanto a las labores que se realizan diariamente.
- ✓ Responsable del surtimiento de materiales e insumos.
- ✓ Ejecutar las compras de materiales e insumos necesarios para el cumplimiento de las solicitudes de servicio.
- ✓ Supervisar y dar seguimiento a los servicios solicitados a los proveedores.
- ✓ Responsable de las herramientas de uso común.

- ✓ Ordenar y suministrar las herramientas de la Coordinación para aprovecharlas al máximo.
- ✓ El Jefe de Mantenimiento realiza rutinas diarias de revisión de equipos e instalaciones.
- ✓ Es un vínculo entre los usuarios y la Coordinación de Conservación y Mantenimiento de Infraestructura.
- ✓ Evaluar la funcionalidad del programa de control y hacer las actualizaciones necesarias.
- ✓ Realizar la contabilización y seguimiento al cumplimiento de las órdenes de servicio.
- ✓ Realizar pedidos de repuestos, herramientas y suministros a través de compras.
- ✓ Hacer el análisis de datos por mantenimientos y consumos del Proceso.
- ✓ Gestionar la consecución de Proveedores y servicio de empresas externas para la reparación de algunos equipos especiales.
- ✓ Proponer modificaciones locativas viables que optimicen los espacios.
- ✓ Planear y coordinar la ejecución de los programas de mantenimiento preventivo.
- ✓ Controlar y asegurar un inventario de repuestos y suministros.
- ✓ Cumplir las normas establecidas por la empresa.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

GRÁFICO 10: Mapa General De Procesos



Fuente: Elaboración Propia

✓ **Entrada**

Son las necesidades y expectativas de los clientes, en este caso la necesidad de producción de tela para la confección de sus vestimentas.

✓ **Salida**

Es la satisfacción de las necesidades de los clientes una vez obtenido el producto final.

✓ **Procesos estratégicos**

Son aquellos establecidos por la alta dirección (Gerencia General Y Gerencia Administrativa) y definen como opera el negocio y como crea el valor para el cliente y para la misma organización.

Soportan la toma de decisiones sobre la planificación, estrategias y mejoras en la organización. Proporcionan directrices, límites de actuación al resto de los procesos.

✓ **Procesos operativos**

Son aquellos directamente ligados a los productos que se brindan, y por tanto, orientados al cliente y a requisitos. Como consecuencia, su resultado es percibido directamente por el cliente.

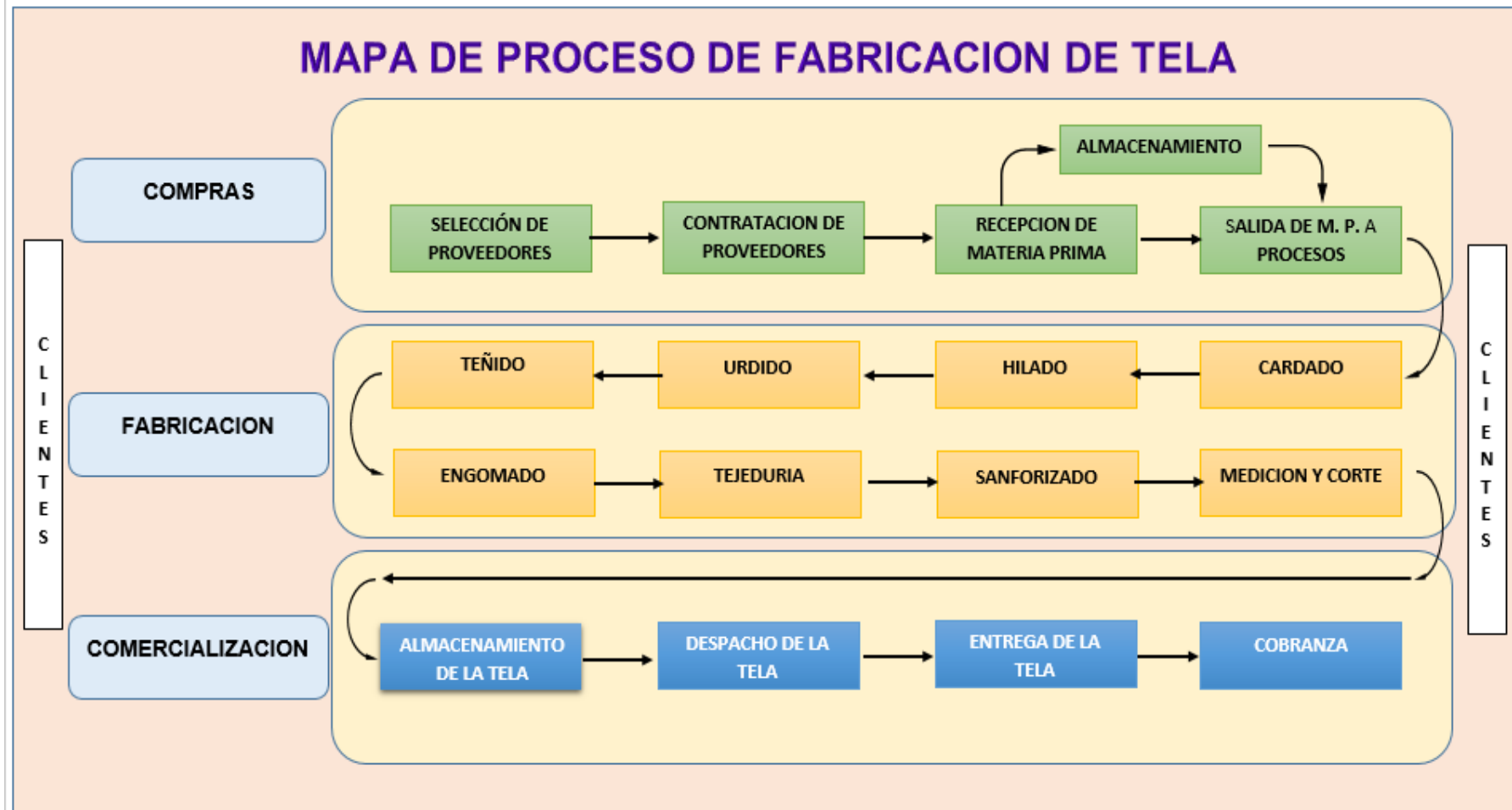
En estos procesos, generalmente intervienen varias áreas funcionales en su ejecución y son los que pueden conllevar los mayores recursos.

En resumen, los procesos operativos constituyen la secuencia de valor añadido del producto desde la comprensión de las necesidades y expectativas del cliente hasta la entrega del producto terminado, siendo su objetivo final la satisfacción del cliente.

✓ **Procesos de apoyo**

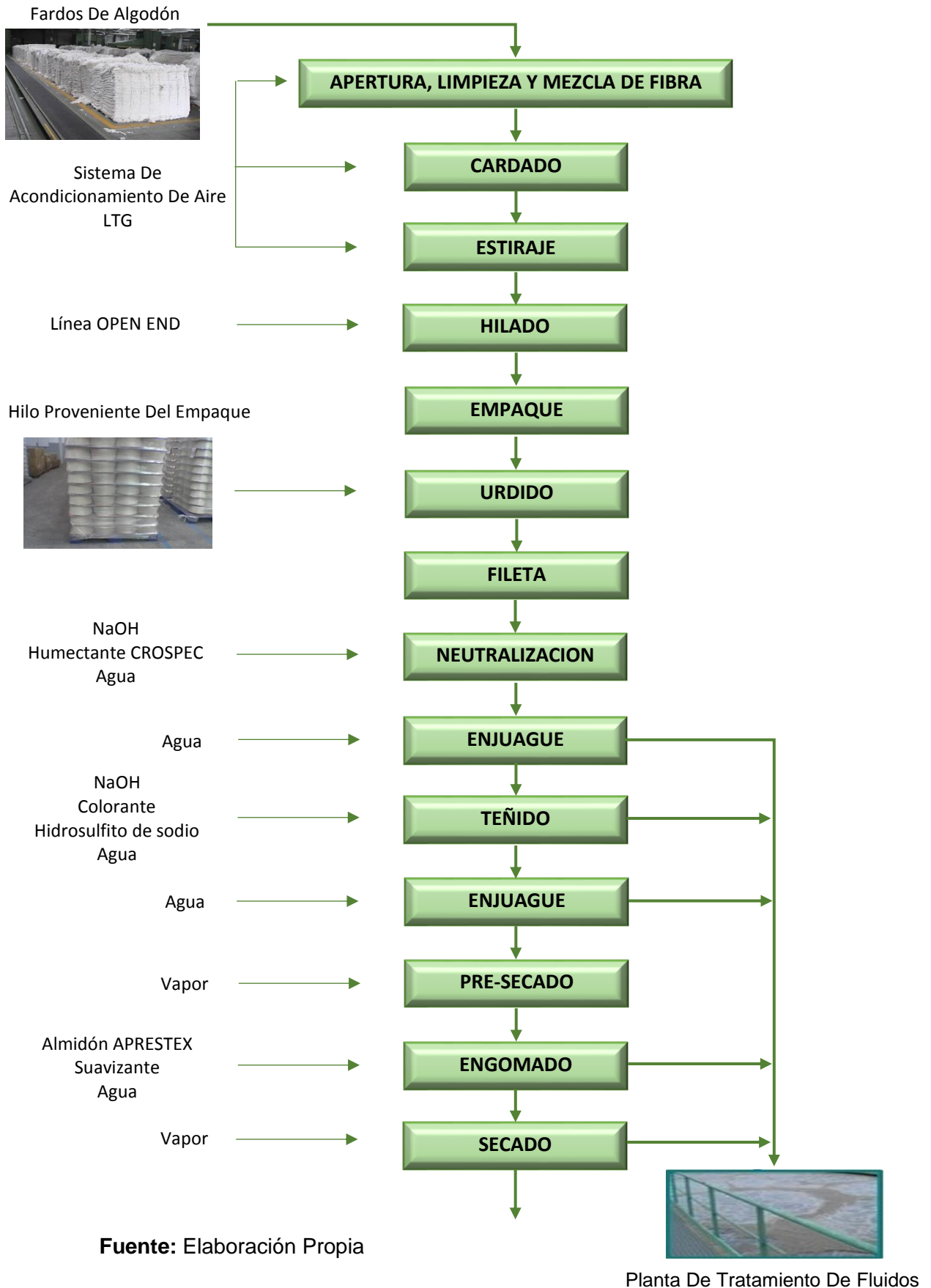
Son los que sirven de soporte a los procesos operativos, sin ellos no serían posible los procesos operativos, ni lo estratégicos. Estos procesos son, en muchos casos, determinantes para que puedan conseguirse los objetivos de los procesos dirigidos a cubrir las necesidades y expectativas de los clientes.

GRÁFICO 11: Mapa De Procesos De Producción



Fuente: Elaboración Propia

DIAGRAMA DE OPERACIÓN DE PROCESOS DOP



Fuente: Elaboración Propia

Hilo Proveniente Del Urdido



Aire Caliente
Agua

Hidrosulfito De Sodio

Suavizante CROSOFT
Humectante ABWET – 70
Neutralizante Ácido Acético
Agua

Vapor

Vapor

Vapor

Agua



Planta De Tratamiento De Fluidos

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se describe el proceso productivo de la empresa Tejidos Pisco S.A.C. el cual se divide en las siguientes áreas productivas (véase en el diagrama de operación de procesos DOP)

- ✓ Recepción de materia prima.
- ✓ Área de Pre- Telares.
- ✓ Área de Telares.
- ✓ Área de Sanforizado.

3.2.1. Recepción De Materias Primas

El algodón de procedencia americana, boliviana y/o peruana, llega a área de almacenamiento de materia prima mediante la empresa en fardos de algodón.

3.2.2. Sección Hilandería

A. Apertura, Limpieza y Mezcla de Fibra

La materia prima se traslada desde el área de almacenamiento hacia la zona de apertura, en la línea Open End (línea pajosa), donde se realiza la apertura automática de los fardos.

El algodón se transporta por succión hacia las máquinas continuas, donde se eliminan las impurezas (semillas y la tierra), luego se envía a la zona de mezclado donde se pueden combinar hasta 2 tipos de algodón.

Durante la apertura de los fardos se generan como residuos sólidos los zunchos de metal así como los empaques de plásticos que cubren a estos.

Los residuos tales como tierra con algodón, provenientes de este proceso se recolecta por medio de un absorbedor automático y gracias a la humedad (55-60% HR) proporcionado por su sistema de aire acondicionado se depositan en el piso, luego son llevados hacia el filtro compactador donde se recolectan los residuos de cada zona y

son tratados en el área de recuperación de algodón del cual se obtiene la materia prima reutilizable en la Línea Pajosa.

GRÁFICO 12: Apertura De Algodón



Fuente: Elaboración Propia

B. Cardado

En esta etapa se realiza la limpieza final del algodón; donde se separa la fibra larga de la corta; la fibra larga pasa a formar parte de una especie de manto fino el cual se convierte en mechas gruesas de algodón, las cuales se almacenan en cilindros y son llevados a la zona de estiraje.

En este proceso los residuos generados son las pelusas (provenientes del algodón) los cuales son enviados a la zona de recuperación de algodón.

GRÁFICO 13: Cardado



Fuente: Elaboración Propia

C. Estiraje

Consta de dos etapas, en cada una de los cuales se procede a la unión de 6 mechas provenientes del cardado, en la primera etapa se da mayor uniformidad y se busca la geometría de la fibra tratada, en la segunda se compensa la irregularidad gracias a unos sensores.

GRÁFICO 14: cardado



Fuente: Elaboración Propia

D. Hilado

Durante esta etapa el hilo pasa por un proceso de torsión determinada, a fin de proporcionarle una resistencia específica dependiendo del uso que se da en la línea Open End.

E. Empaque

El hilo terminado es embalado y almacenado para su posterior despacho, el cual se realiza con camiones fleteros según sea el destino; mercado local o exportación.

3.2.3. Sección Pre-Telares

A. Urdido

El proceso se inicia con el enrollado automático de 300 a 400 hilos en un gran cono (plegador), produciéndose 12 conos por día de 56000 metros de longitud cada uno, los cuales ingresan al sistema continuo de lavado, teñido y secado del hilo.

GRÁFICO 15: Urdido De Hilo



Fuente: Elaboración Propia

B. Fileta

El hilo urdido (plegadores) son llevados a la máquina de fileta, donde se le da la tensión requerida y es enconado formando un total de 8 conos continuos.

GRÁFICO 16: Fileta



Fuente: Elaboración Propia

C. Mercerizado o Caustificado

Luego que el hilo es enconado se lava con el fin de adquirir una mayor adherencia en el teñido, la tela ingresa a una batea de 1100 litros de una solución que contiene soda cáustica, la dosificación de soda depende del producto que se desea fabricar, además se usan suavizantes disueltos en agua blanda, la cual procede de la planta de osmosis inversa.

GRÁFICO 17: Mercerizado De Hilo



Fuente: Elaboración Propia

D. Teñido

El teñido se da en forma continua en 6 bateas de 960,6 litros cada una conteniendo Soda Cáustica al 50%, Hidrosulfito de Sodio, colorante Índigo (azul marino) con un pH que varía de 12,40 a 12,50.

GRÁFICO 18: Teñido De Algodón



Fuente: Elaboración Propia

E. Enjuague

Se realiza con agua caliente a 45°C, en tres bateas continuas de 1100 litros de capacidad cada una, su flujo es variable y tiene como objetivo retirar todo el colorante que no ha sido absorbido por la fibra.

Los efluentes que contienen el colorante y la soda fluyen automáticamente a la planta de tratamiento de efluentes líquidos, cabe mencionar que se ha hecho el control de consumo del agua, con lo cual en cada etapa del proceso existe un ahorro considerable de este insumo.

F. Pre - secado

Se realiza en un secador de rodillos con vapor suministrado por el caldero a una temperatura de 140°C y una humedad del 10% HR. Aquí los vapores producidos son absorbidos por campanas extractoras.

G. Engomado

La fibra se refuerza o endurece con una solución que contiene almidón (agente encolante) a una temperatura de 90 °C, con el objeto de minimizar la fricción de los hilos al momento del tejido. Aquí los vapores producidos se absorben en una campana extractora y el vapor condensado regresa al caldero para volverlo a utilizar.

H. Secado

En esta etapa la fibra teñida es enrollada en grandes conos junto con hilo crudo, empleando secadores de rodillo que utilizan vapor de agua con 7% de humedad relativa (HR); luego el hilo enconado ingresa a la sección de telares o tejeduría.

3.2.4. Sección Telares O Tejeduría

A. Tejido

El tejido se realiza con el hilo enconado procedente de la zona de pre - telares, los que se entrelazan perpendicularmente formando los hilados de urdiembre y los de trama, formándose la tela que ingresa al área de sanforizado. En esta sección se proporciona una humedad de 80% (HR), permitiendo que las partículas se depositen en el suelo, donde un soplador lleva las pelusas a una canaleta que aspira y les dirige al filtro tambor reteniendo así las pelusas y el polvo, cabe mencionar que en esta etapa se cuenta con un sistema de climatización y aire acondicionado.

GRÁFICO 19: Tejido De Algodón



Fuente: Elaboración Propia

3.2.5. Sección Sanforizado

A. Alimentador de Rollo de Tela

La tela proveniente de la sección tejeduría ingresa al alimentador de rollos para seguir la secuencia de sanforizado, se trata de un proceso continuo.

GRÁFICO 20: Alimentador



Fuente: Elaboración Propia

B. Cepilladora

La tela ingresa a una máquina que posee una serie de rodillos con cerdas suaves, encargadas de quitar las pelusas o los hilos que se encuentren adheridos, dichos residuos se depositan en una malla ubicada en la parte inferior del equipo.

C. Chamuscadora

En esta etapa la tela cepillada pasa al equipo de chamuscado, que opera mediante un quemador utilizando propano y aire para

proporcionar el calor necesario para chamuscar los bordes y las pelusas, con el fin de evitar el quemado de la tela; existe un sistema de recirculación de agua el cual se encuentra en la parte interna de los tubos que sostienen la tela.

D. Bastidor

Se realiza con el fin de ventilar y bajar la temperatura adquirida por la tela durante el chamuscado.

E. Humectación

En este proceso la tela entra a una batea de humectación con un volumen de 1500 litros conteniendo una solución con humectantes, suavizantes y ácido acético a 40°C y con un pH de 7 a 10, cuya finalidad es mejorar la textura de la tela. De este proceso no salen efluentes solo se mantiene el nivel de la solución humectante por dosificación por nivel mientras ésta es adsorbida por la tela.

F. Exprimido

En el exprimido la tela pasa a través de rodillos con presión de exprimido de 3 bar, la tela al salir del equipo contiene una humedad entre 10 a 11% HR.

G. Pre-Distorsión

En esta etapa la tela ingresa a una máquina para darle un ángulo determinado, uniformizando cualquier variación ocurrida durante el tejido.

H. Pre-Secado

La tela que sale del equipo de pre - distorsión es pre secada través de cilindros calentados con vapor, la tela sale con un porcentaje de humedad promedio de 10 %.

I. Sanforizado

La tela es sometida en un ambiente cerrado a una presión de 15 bar y una compresión específica, en donde se inyecta vapor de

agua al 10%, con la finalidad de mantener inalterable la tela al momento de ser lavada, dándole una mayor calidad.

J. Fijado y Planchado

El secado de la tela sanforizada se realiza con vapor a una humedad de 7% HR y a una temperatura de 134 °C en un equipo cerrado, posteriormente sale por una faja transportadora siendo planchada y sometida a una tensión determinada de acuerdo al ancho de la tela requerida.

K. Enrollado y Almacenado

La tela proveniente del proceso de sanforizado es enrollada en los Bugís de 1.60 a 1.65 metros de longitud, para luego ser llevada al área de control de calidad donde es enumerado y codificado siendo luego dispuestos en el almacén de productos terminados.

GRÁFICO 21: Control De Calidad De Tela



Fuente: Elaboración Propia

3.2.6. Actividades Complementarias

A. Oficina Administrativa

La oficina administrativa es la encargada de planificar, organizar, dirigir y evaluar las actividades en las áreas de Finanzas, Recursos Humanos, Logística y Producción (control patrimonial, almacén y mantenimiento) de la Empresa Textil Tejidos Pisco S.A.C.

B. Dpto. De Mantenimiento

El Departamento de Mantenimiento es la encargada de proporcionar oportuna y eficientemente, los servicios que requiera el Centro en materia de mantenimiento preventivo y correctivo a las instalaciones de toda la empresa.

C. Dpto. De Electricidad y electrónica

El departamento de electricidad y electrónica es la encargada de mantener en condiciones operativas los equipos y herramientas tanto eléctricas como electrónicas de la unidad y de otras dependencias que lo requieran, ejecutando actividades de reparación y mantenimiento de equipos y artefactos eléctricos y electrónicos, a fin de garantizar el buen funcionamiento de los mismos en toda la empresa.

D. Dpto. De Seguridad Industrial

El principal objetivo del departamento de seguridad industrial dentro de la empresa es velar por la salud y seguridad de todos los trabajadores, con la única finalidad de cuidar los intereses tanto de la empresa y de sus colaboradores, a su vez llevando un control de las capacitaciones tanto de los puestos de trabajos y sus procedimientos a seguir y así evitar las enfermedades ocupacionales y profesionales de cada uno de los trabajadores.





E. Tratamiento De Fluentes

La función principal del departamento de efluentes es el tratamiento de aguas residuales pertenecientes al área de índigo (Tintura) que consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes presentes en el agua efluente del uso de la empresa (soda caustica, tintes, hidrosulfito de sodio, etc.).

F. Dpto. De Servicios Generales

Las funciones en este puesto se centran en la limpieza diaria programada de las áreas y zonas asignadas, para brindar mejor comodidad a los trabajadores al momento de realizar sus funciones dentro de la empresa.

TABLA 8: Diagrama De Análisis De Proceso (DAP)

		DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS (DAP)			001 – 2017 - F.T.P.		
		Proceso: Fabricación De Tela Plana Tipo DENIM					
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	TOTAL GENERAL					Ing. Williams Torres
	PROCESO	12					
	INSPECCIÓN	5					
	TRASLADO	4					
	ESPERA	0					
	ALMACÉN	3					
TOTAL		24					20 De Octubre Del 2017
DESCRIPCIÓN	Proceso	Inspección	Traslado	Espera	Almacén	OBSERVACIONES	
DESCRIPCIÓN DE PROCESOS							
Recepción De Materia Prima							
Verificación De La Materia Prima							
Almacenamiento De La Materia Prima							
Transporte De La Materia Prima							
Mezclado							
Cardado							
Tiraje							
Hilado							
Control De Calidad Del Hilo							
Empaque							
Almacenamiento Del Hilo							
Transporte Del Hilo							
Urdido							
Transporte Del Hilo Urdido							
Teñido							
Control Del Teñido							
Tejido							
Control De Calidad De La Tela							
Sanforizado							
Transporte De Tela							
Medición Y Corte							
Control De Calidad Final							
Empaquetado							
Almacenado							

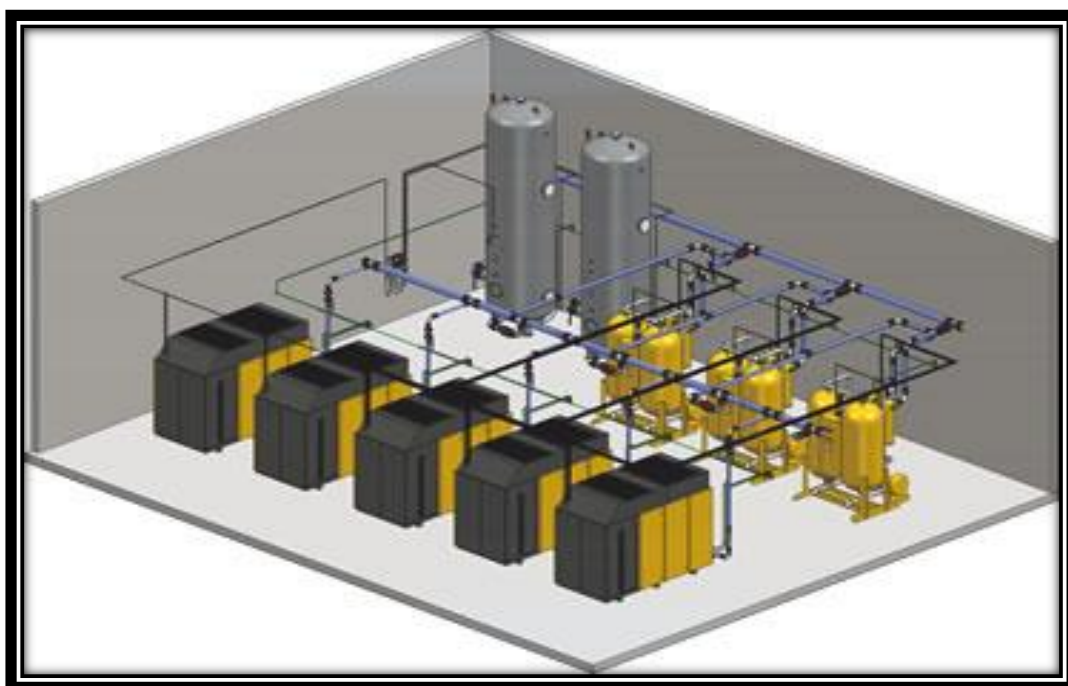
Fuente: Elaboración Propia

3.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE AIRE COMPRIMIDO ACTUAL

Actualmente el sistema de producción de aire comprimido está compuesto 05 compresores de tornillo, encargados de generar la energía neumática. Una red de distribución, conformada por tuberías de diferentes diámetros con sus respectivas válvulas y accesorios que conducen el aire comprimido hasta las diferentes secciones de la planta. Compuesto por 04 secadores encargado de secar y refrigerar el aire comprimido para su mejor utilización, todos los equipos de marca **INGERSOLL RAND (ver graf. Nº 23)**, los cuales detallo a continuación.

La generación de aire comprimido se realiza en la sala de máquinas y se distribuye por medio de un sistema de redes de tuberías. Esta distribución se realiza a través de una línea principal de 250 m de longitud y 5 m de alto, que se ubica desde el área compresores hasta el área de producción. La tubería principal del sistema se muestra de color azul en la figura (**ver graf. Nº 22**), y proviene desde el área de sala de máquinas. Esta suministra el aire comprimido a la tubería denominada tubería de línea principal que conectan las diferentes áreas de producción de la planta como son: telares azul y telares blanco.

GRÁFICO 22: Diagrama De Operación De Compresor De Tornillo Ingersoll - Rand



Fuente: Elaboración Propia

3.3.1. Compresor

La fábrica cuenta con cinco compresores marca Ingersoll Rand, 2 compresores modelo SSR-200 y 3 compresores modelo SSR-125, con una capacidad de 670 CFM, y una presión de trabajo de 125 psi. Trabajan por medio de un motor eléctrico de 150 HP, 220/460 voltios, 417/209 amperios, trifásico y de 60 Hz., que transmite su potencia a un compresor de tornillo rotativo de una etapa. Está compuesto de los siguientes componentes: filtro de entrada de aire, válvula de entrada de aire gobernada por un stepper-motor, rotores (los cuales son componentes de compresor), separador de aire y aceite, válvula de cheque, post-enfriador, filtro separador de mezcla aire-agua y trampa drenadora.

El aire entra al compresor, pasando a través del filtro y la válvula de entrada de aire. La compresión se lleva a cabo en el compresor de tornillo rotativo, conformado por dos rotores helicoidales (macho y hembra) montados sobre ejes paralelos y encerrados en una carcasa de hierro, con una entrada y salida de aire localizada en sentidos opuestos. La mezcla de aire y aceite de enfriamiento es descargada del compresor mediante una válvula de cheque en el sistema de separación. Este sistema está contenido en un tanque receptor en donde se remueven las ppm del aceite de enfriamiento. Dicho aceite se regresa al compresor y el aire pasa al post-enfriador. El post-enfriador está compuesto por un intercambiador de calor, un separador de condensado y una trampa drenadora. Debido al enfriamiento del aire, el vapor de agua contenido en el aire se condensa, el cual es eliminado del sistema por medio de una trampa drenadora.

GRÁFICO 23: Sala De Compresores De Tornillo Ingersoll - Rand



Fuente: Elaboración Propia

3.3.2. Secador

Además del compresor, la fábrica cuenta con 4 secadores de marca Ingersoll Rand, modelo DXR125, que trabaja a una presión de 125 psi. , su máxima presión de trabajo es 250 psi., y la máxima temperatura del aire en la entrada 130 °F. Este secador es del tipo refrigerado, no-cíclico. Utiliza un intercambiador de calor aire-aire, que sirve como pre-enfriador y recalentador, del tipo de concha y tubo, con el aire entrante del lado de la concha y el aire saliente por los tubos el cual condensa hasta un 65% de la humedad en el aire, reduciendo así la cantidad de refrigeración y potencia requeridas para secar el aire hasta el punto de rocío requerido.

3.4. DISEÑO E INVERSIÓN REALIZADA POR EL SISTEMA DE COMPRESOR DE TORNILLO SSR INGERSOLL RAND

En la presente evaluación se desea dar a conocer el diseño e inversión inicial del sistema de compresión actual de la Empresa Textil Tejidos Pisco S.A.C. en la cual se detallara cálculos de diseño, dimensiones del área ocupada por sistema de compresores, costos generados por la adquisición de maquinarias, costos por consumo de energía eléctrica, costo por instalación de sistemas de tuberías, costo por cimentación y anclajes, costos de repuestos, costos de mantenimientos, etc.

3.4.1. Diseño De Sistema De Compresores

a) Rendimiento Del Compresor De Tornillo SSR

La capacidad total de 05 compresores de tornillo es de 3749 acfm

La potencia total de 05 compresores de tornillo es de 893.75 bhp

$$\text{Rendimiento} = 893.75 \text{ bhp} * \frac{100}{3749} \text{ acfm} = 23.84/100 \text{ acfm}$$

b) Área Del Compresor De Tornillo SSR

$$\text{Area} = (19 * 7.5)m + (11.5 * 3.5)m = 182.75m^2$$

c) Peso Total Del Sistema De Compresión (Kg)

$$\text{Peso} = 16524 \text{ Kg}$$

d) Costo De Mantenimiento Preventivo Anual

✓ **Filtro De Aceite** cada unidad lleva 2 filtros de aceite. Según tabla son 4 cambios anuales entonces:

$$\text{filtros} = 2 \frac{\text{filtros}}{\text{unidad}} * 4 \frac{\text{cambios}}{\text{año}} * 5 \text{ compresores} = 40 \text{ filtros}$$

✓ **Cambio de aceite**, se realiza un cambio de aceite total al año y cada unidad tiene una capacidad de 30 gl. Entonces:

$$\text{Aceite} = 30 \frac{\text{gal}}{\text{unidad}} * 1 \frac{\text{cambio}}{\text{año}} * 5 \text{ compresores} = 150 \text{ gal}$$

Adicional a esto hay un aceite que hay que estar rellorando regularmente para reemplazar al que se consume y se va regularmente por la línea y que se le denomina acarreo. El acarreo de aceite refrigerante Ultracoolant (aceite sintético de base poliglicol) es de 4 ppm (partículas por millón). Por otro lado se tiene que la capacidad total es de 3749 acfm (pie cubico por minuto) y que la densidad del aire es 0.0764 lb/pie³. El tiempo total de operación al año es de 7488 horas sin contar los domingos que son los días disponibles para los mantenimientos preventivos tanto para los equipos de sala de compresores como para los telares y otras áreas.

$$Kg = 3\,749\text{ acfm} * 0.0764 \frac{lb}{pie^3} * 60 \frac{min}{h} * 7\,488\text{ h} = 128\,684\,395$$

$$\approx 58\,422\,715\text{ kg aire}$$

✓ **Cálculo Del Acarreo**

$$Acarreo = 58\,422\,715\text{ kg aire} * 4\text{ ppm} = 233.7\text{ kg}$$

✓ **Densidad Del Aceite Ultracoolant**

$$Densidad = \frac{233.7\text{ kg}}{990.1 \frac{kg}{m^3}} = 0.24\text{ m}^3 \approx 62.3\text{ gal}$$

Por lo tanto la cantidad de aceite consumida en un año será:

$$Aceite Consumido Anual = 150\text{ gal} + 62.3\text{ gal} = 212.3\text{ gal}$$

e) Costo De Mano De Obra De Mantenimiento

$$Costo\ De\ M.\ O. = 4\text{ hombres} * 53\text{ domingos} * 6\text{ h} * 5.00\text{ US\$/h}$$

$$= \text{US\$ } 6360.00$$

f) Costo de Energía Eléctrica, se tiene como datos para el cálculo de costo de energía eléctrica de los compresores, lo siguiente:

- ✓ Tiempo anual de operación es de 7488 horas/año
- ✓ Potencia total de 05 compresores **SSR** es de 893.75 hp
- ✓ Potencia total de 04 secadores es de 24.64 hp
- ✓ 1 hp equivale a 0.7457 KW
- ✓ Costo de Kw/h es de US\$ 0.0778

$$\text{Potencia Total instalada} = 893.75 \text{ hp} + 24.64 \text{ hp} = 918.4 \text{ hp}$$

$$\text{Conversión a Kw} = \frac{0.7457 \text{ Kw}}{1 \text{ hp}} * 918.4 \text{ hp} = 684.85 \text{ Kw}$$

$$\begin{aligned} \text{C. Anual De energía E. Kw/h} &= 684.85 \text{ Kw} * 7488 \text{ h} * \text{US\$ } 0.0778 \\ &= \text{US\$ } 398\ 970.60 \end{aligned}$$

TABLA 9: Costos De Equipos Seleccionados Compresor de tornillo **SSR** Ingersoll Rand

ITEM	CANT	DESCRIPCION	PRECIO US DOLLAR	TOTAL US DOLLAR
1	2	Compresor De Tornillo Modelo SSR 200	29 146.00	58 292.00
2	3	Compresor De Tornillo Modelo SSR 125	22 206.00	66 618.00
3	4	Secadores Modelo DXR125	7 233.00	28 932.00
4	4	Filtros NLM-3	2 274.00	9 096.00
5	1	Sistemas De Tuberías	8 996.00	8 996.00
TOTAL				171 934.00

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 10: Costos Por Obras Civiles

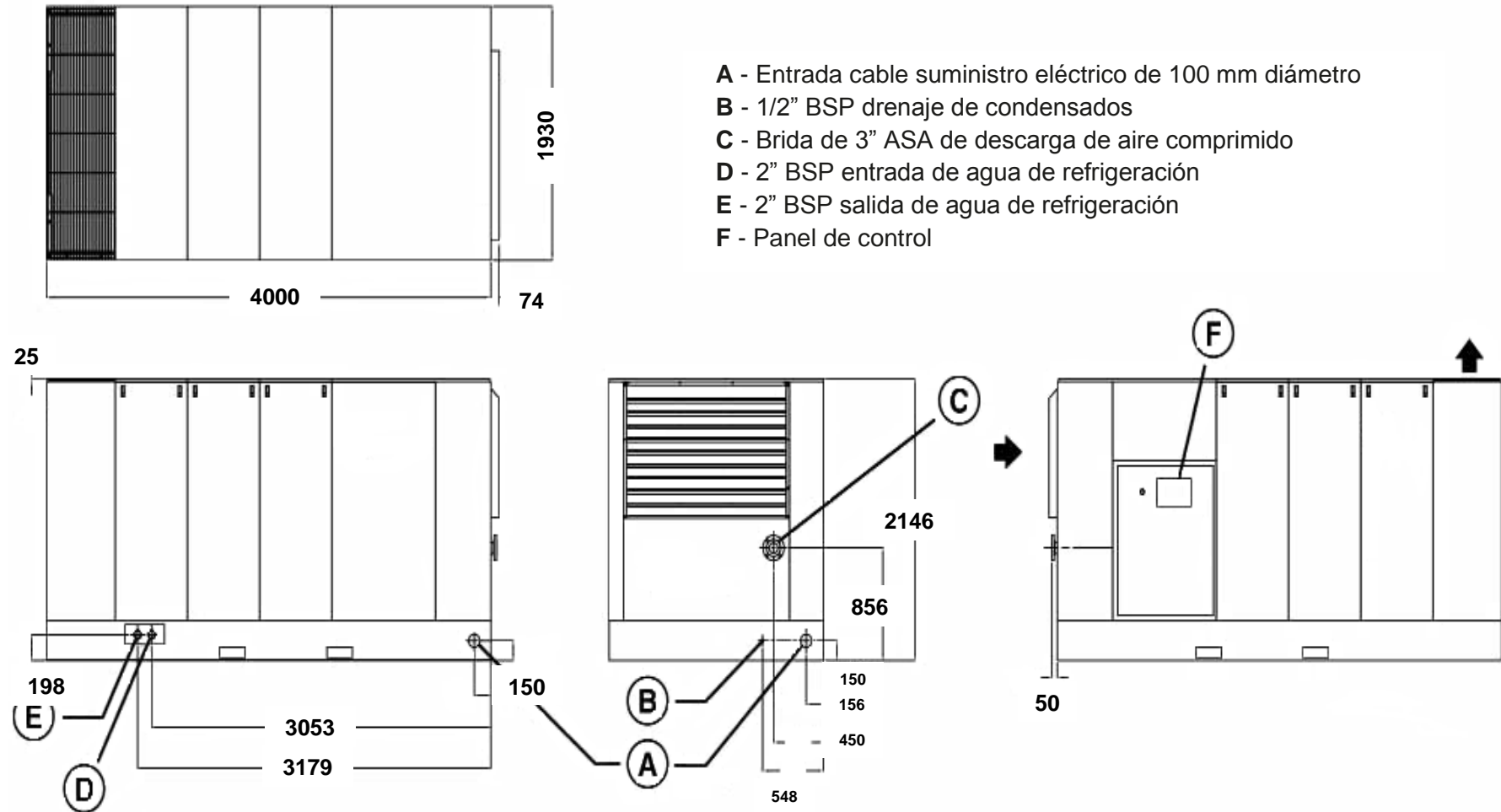
ITEM	DESCRIPCION	PRECIO US DOLLAR	TOTAL US DOLLAR
1	Cimentación De Compresores De Tornillo SSR	5 000.00	5 000.00
2	Obras Civiles	10 140.00	10 140.00
TOTAL			15 140.00

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 11: Costos De Overhaul

ITEM	CANT	DESCRIPCION	PRECIO US DOLLAR	TOTAL US DOLLAR
1	5	Air End Rebuild Kit	1 100.00	5 500.00
2	5	Reten De Eje	51.20	256.00
3	5	Manguito De Eje	485.10	2 425.50
4	10	Rodajes De Motor Eléctrico	200.00	2 000.00
TOTAL				10 181.50

GRÁFICO 24: Dimensiones De Compresor De Tornillo SSR Ingersoll - Rand



Fuente: Ingersoll Rand

3.5. CÁLCULO DE COSTO DE PRODUCCIÓN Y PARADAS NO PROGRAMADAS

Datos para el cálculo de producción y costos de producción de la tela **DENIM**.

- ✓ Vueltas por minuto de telar: 650
- ✓ Numero de pasadas: 51
- ✓ Consumo de urdimbre: 4.5% \approx 0.955
- ✓ Producción actual de la empresa FTP: 94%
- ✓ Costo de producción de tela por metro lineal: US\$ 3/m
- ✓ Horas de trabajo anual: 7488 h/año

a) Cálculo De Producción Diaria Por Telar:

$$\text{Producción Bruta} = \frac{650 \text{ vpm} * 36.576}{51 \text{ pasadas}} = \mathbf{466,16 \text{ metros/telar}}$$

$$\text{Producción Neta} = 466.16 \frac{\text{metros}}{\text{telar}} * 0.955 = \mathbf{445.18 \text{ m/telar}}$$

$$\text{Prod. Telar Al 94\%} = 445.18 \frac{\text{metros}}{\text{telar}} * 0.94 = \mathbf{418.47 \text{ m/telar}}$$

b) Cálculo De Producción Total Diaria:

$$\text{prod. total} = 418.47 \frac{\text{metros}}{\text{telar}} * 80 \frac{\text{telar}}{\text{dia}} = \mathbf{33\ 477.6 \text{ metros/dia}}$$

$$\text{C. de Prod. Diaria} = 33\ 477.6 \frac{\text{metros}}{\text{dia}} * 3 \frac{\text{US\$}}{\text{metro}} = \mathbf{100\ 432.8 \text{ US\$/dia}}$$

c) Calculo De Producción Mensual De Producción:

$$\text{prod. Mensual} = 33\ 477.6 \frac{\text{metros}}{\text{dia}} * 26 \frac{\text{dia}}{\text{mes}} = \mathbf{870\ 417.6 \text{ metros/mes}}$$

$$\text{C. de Prod. Mensual} = 870\ 417.6 \frac{\text{metros}}{\text{mes}} * 3 \frac{\text{US\$}}{\text{metro}} = \mathbf{\text{US\$ } 2\ 611\ 252.8 \text{ US\$/mes}}$$

d) Cálculo De Producción Anual De Producción

$$\text{prod. Anual} = 870\,417.6 \frac{\text{metros}}{\text{mes}} * 12 \frac{\text{meses}}{\text{año}} = \mathbf{10\,445\,011.2 \text{ metros/año}}$$

$$\text{C. de Prod. Anual} = 10\,445\,011.2 \frac{\text{metros}}{\text{año}} 3 \frac{\text{US\$}}{\text{metro}} = \mathbf{31\,335\,033.6 \text{ US\$/año}}$$

e) Cálculo De Costo De Producción Por Hora

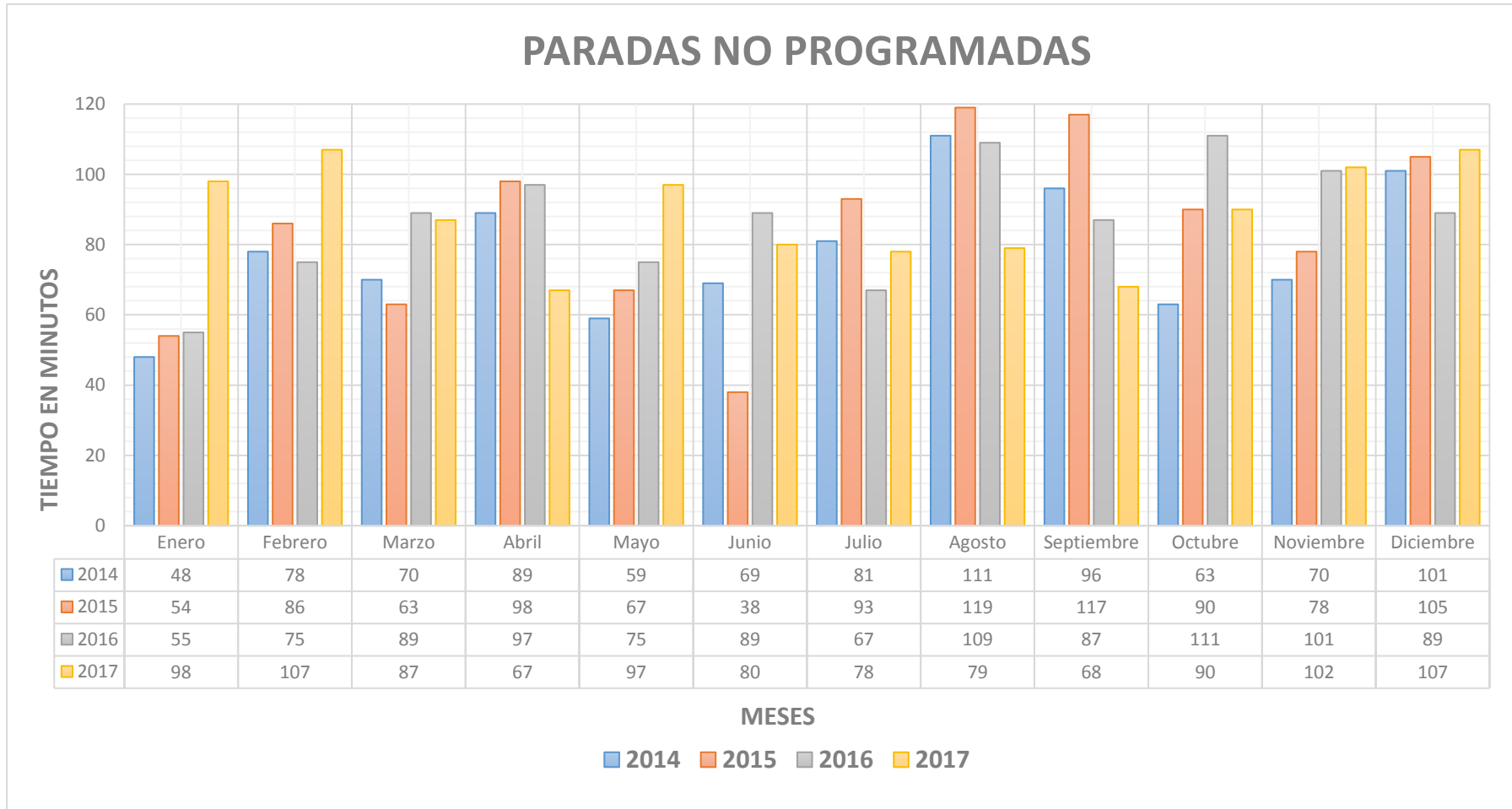
$$\text{Costo de Prod. por hora} = \frac{31\,335\,033.6 \frac{\text{US\$}}{\text{año}}}{7488 \frac{\text{horas}}{\text{año}}} = \mathbf{4\,184.7 \text{ US\$/h}}$$

TABLA 12: Reporte De Paradas No Programadas

	FORMATO DE REGISTRO DE TIEMPO DE PARADAS NO PROGRAMADAS				
	TIEMPO ACUMULADO POR AÑO				TOTAL DE MINUTOS POR MES
	MES	2014	2015	2016	
Enero	48	54	55	98	255
Febrero	78	86	75	107	346
Marzo	70	63	89	87	309
Abril	89	98	97	67	351
Mayo	59	67	75	97	298
Junio	69	38	89	80	276
Julio	81	93	67	78	319
Agosto	111	119	109	79	418
Septiembre	96	117	87	68	368
Octubre	63	90	111	90	354
Noviembre	70	78	101	102	351
Diciembre	101	105	89	107	402
TOTAL DE TIEMPO EN MINUTOS	935	1008	1044	1060	4047

Fuente: Elaboración Propia

GRÁFICO 25: Paradas No Programadas



Fuente: Elaboración Propia

f) Cálculo De Costo Por Paradas No Programadas Por Años:

$$C. \textit{Parad. No Prog. 2014} = 4184.7 \frac{\textit{US\$}}{\textit{hora}} * 935 \textit{ min} * \frac{\textit{hora}}{60 \textit{ min}} = \textit{US\$ 65 211. 58}$$

$$C. \textit{Parad. No Prog. 2015} = 4184.7 \frac{\textit{US\$}}{\textit{hora}} * 1008 \textit{ min} * \frac{\textit{hora}}{60 \textit{ min}} = \textit{US\$ 70 302. 96}$$

$$C. \textit{Parad. No Prog. 2016} = 4184.7 \frac{\textit{US\$}}{\textit{hora}} * 1044 \textit{ min} * \frac{\textit{hora}}{60 \textit{ min}} = \textit{US\$ 72 813. 78}$$

$$C. \textit{Parad. No Prog. 2017} = 4184.7 \frac{\textit{US\$}}{\textit{hora}} * 1060 \textit{ min} * \frac{\textit{hora}}{60 \textit{ min}} = \textit{US\$ 73 929. 7}$$

$$C. \textit{Total} = \textit{US\$ 65 211.58} + \textit{US\$ 70 302.96} + \textit{US\$ 72 813.78} + \textit{US\$ 73 929.7}$$
$$= \textit{US\$ 282 258. 02}$$

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS Y DESARROLLO DE LOS PROCESOS

La Fábrica Textil Tejidos Pisco S.A.C. ubicada al sur de Lima, en la provincia de Pisco – Ica, dedicada a la fabricación de hilados y tejidos planos de algodón para la producción de DENIM, se ha podido identificar los siguientes problemas basados en la aplicación de La Metodología De Ishikawa - Pareto:

Un ineficiente suministro de aire comprimido al área de producción, la cual va a generar un bajo rendimiento en la producción y a su vez productos de baja calidad esto debido a que existe un inadecuado abastecimiento de presión y que la calidad de aire comprimido, ya que no es puro a un 100%. Esto debido a la cantidad de partículas de aceite en la línea de los telares haciendo que este sistema de este compresores no sea el ideal, por lo mismo que estos compresores han excedido su tiempo de vida límite y no generan la misma presión y calidad de aire que deberían de brindar y esto se debe a dos problemas muy importantes, por un lado a paradas no programadas que lo van a generar las altas temperaturas de los compresores por falta del mantenimiento de estos y que a su vez van a generar un costo por paradas en el área de producción, y por otro lado la caída de presión debido al uso inadecuado del aire comprimido debido a la falta de conciencia de los trabajadores al dejar las válvulas de estos semiabiertos o utilizar estas unidades de aire comprimido como uso de limpieza, también las fugas de aire comprimido debido a la falta de mantenimiento de las tuberías, que a través de los años no se han realizado las inspecciones adecuadas.

Así mismo en cuanto a su tecnología los compresores son deficientes ya que la vida útil de estos compresores es aproximadamente de 12 años, tiempo en el cual ya se debió de haber realizado su reemplazo. Existe también la falta de un plan de mantenimiento

preventivo semanal, mensual, trimestral y semestral debido a la falta de un sistema de planificación generado por el desinterés del área administrativa, y costos de repuestos elevados debido a que existe un único proveedor y falta de personal capacitado para el mantenimiento de este tipo de maquinarias ya que es un tipo de mantenimiento muy minucioso, de precisión y las maquinarias son delicadas.

Estas fallas también perjudican a las áreas complementarias al área de producción como son: el área apertura, cardas, hilandería, sanforizado, corte y medición. Ya que el aire comprimido suministrado ayuda al funcionamiento de muchos de los aparatos auxiliares en toda la empresa.

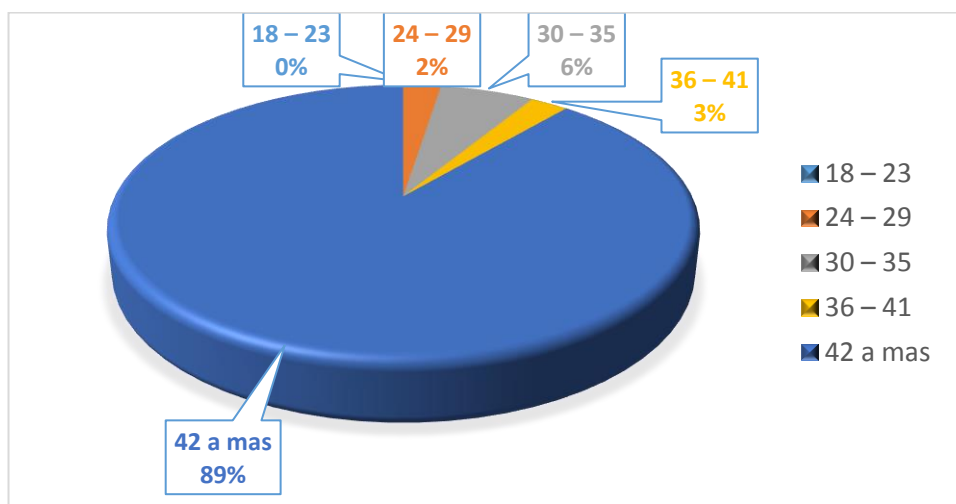
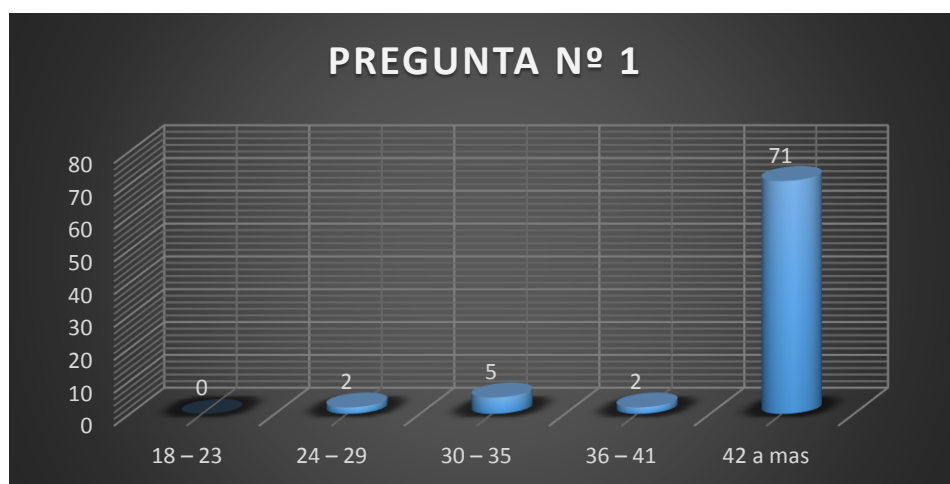
En vista de estos problemas detectados se presentara una propuesta de renovación de la planta de aire comprimido que permitirá plantear costos y tiempos en beneficio de la productividad, mediante un estudio de factibilidad de un nuevo sistema de compresión de aire que a través del tiempo se demostrara su viabilidad técnica, operativa y económica brindando mayores resultados y beneficios para el incremento de ingresos de la empresa textil.

A continuación, se presenta el Análisis y Diagnóstico Propuesto de la Planta De Aire Comprimido en la Fábrica Textil Tejidos Pisco S.A.C. donde se describen y analizan los costos, fundamentos y resultados del sistema de compresión propuesto:

- ✓ Encuestas.
- ✓ Diagrama de Ishikawa.
- ✓ Enfoque del Porque – Porque.
- ✓ Diagrama de Pareto.
- ✓ Descripción del sistema de suministro de aire comprimido propuesto.
- ✓ Fundamento de operación del sistema propuesto.
- ✓ Propuesta de diseño de equipos del sistema propuesto.
- ✓ Fundamento del montaje del sistema propuesto.
- ✓ Fundamento de puesta en servicio del sistema propuesto.
- ✓ Costo del sistema de compresor centrífugo **INGERSOLL RAND** propuesto.
- ✓ Plan de mantenimiento del sistema de compresor centrífugo **INGERSOLL RAND** propuesto.

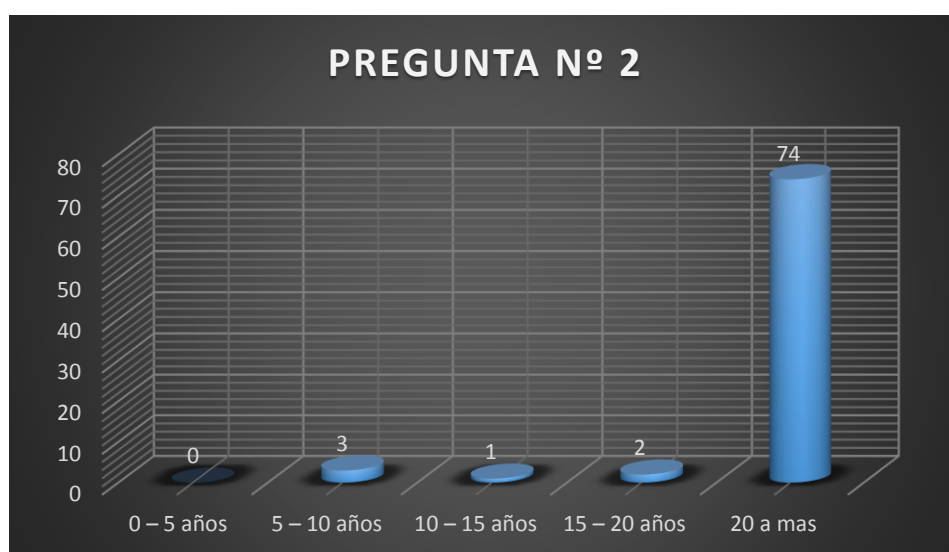
4.1. RESULTADOS DE ELABORACIÓN DE ENCUESTAS

¿Cuál Es Su Edad?	Colaboradores	Porcentaje	Acumulado
18 – 23	0	0%	0%
24 – 29	2	3%	3%
30 – 35	5	6%	9%
36 – 41	2	3%	11%
42 a mas	71	89%	100%
TOTAL	80	100%	



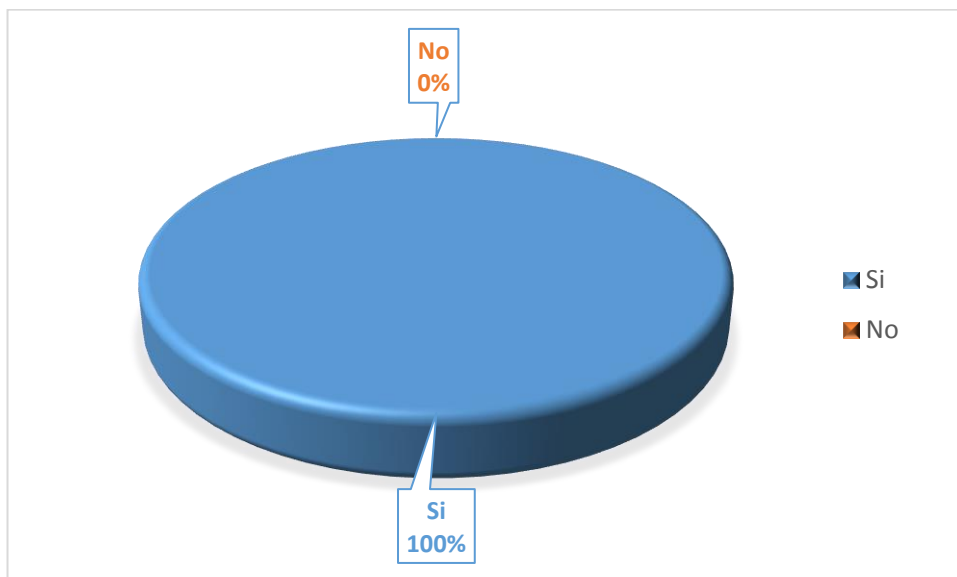
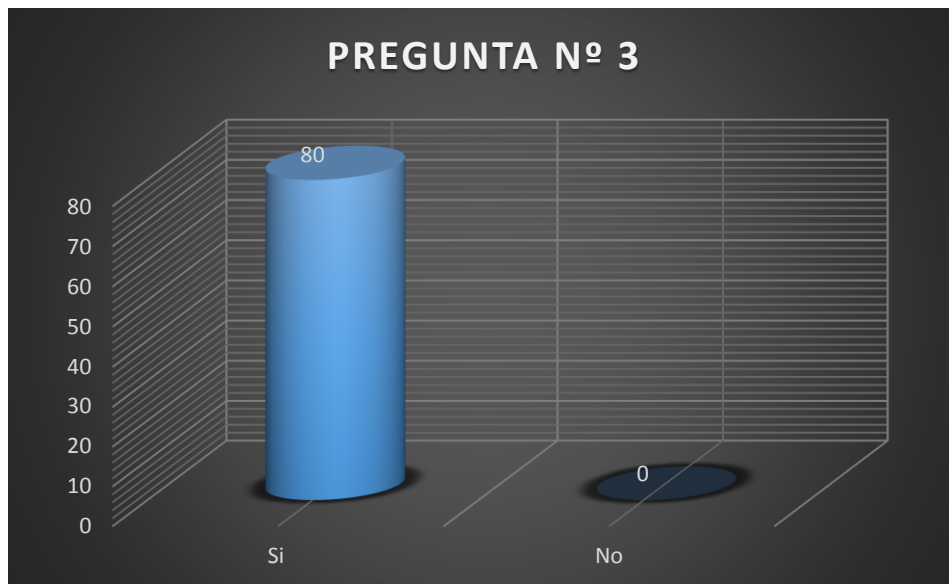
Conclusión: Con esta pregunta se concluye que de 80 trabajadores en el área de producción, el 89% (71 trabajadores) son personas adultas brindando así la confianza necesaria de que sus respuestas serán serias y más ligadas a realidad de la problemática en la Fábrica Textil Tejidos Pisco S.A.C.

¿Cuántos Años Viene Laborando En La Fábrica Textil Tejidos Pisco?	Colaboradores	Porcentaje	Acumulado
0 – 5 años	0	0%	0%
5 – 10 años	3	4%	4%
10 – 15 años	1	1%	5%
15 – 20 años	2	3%	8%
20 a mas	74	93%	100%
TOTAL	80	100%	



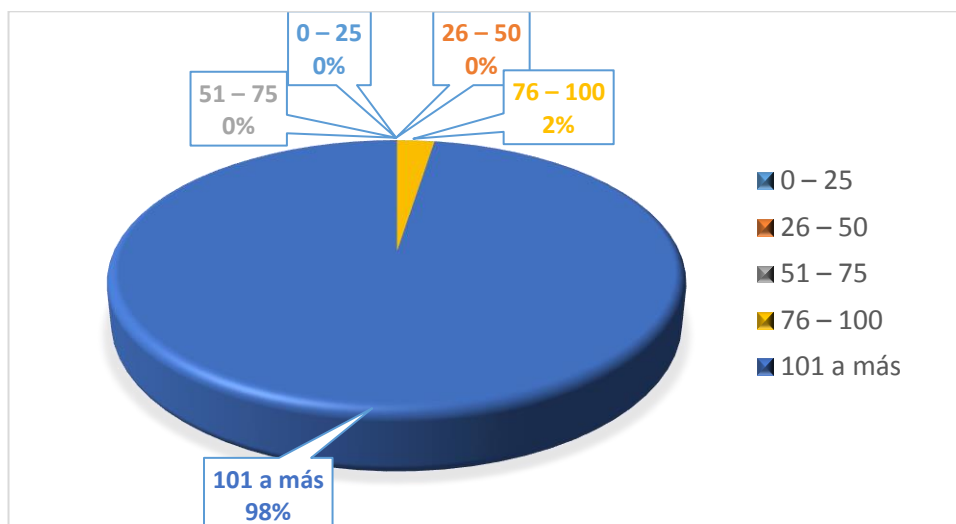
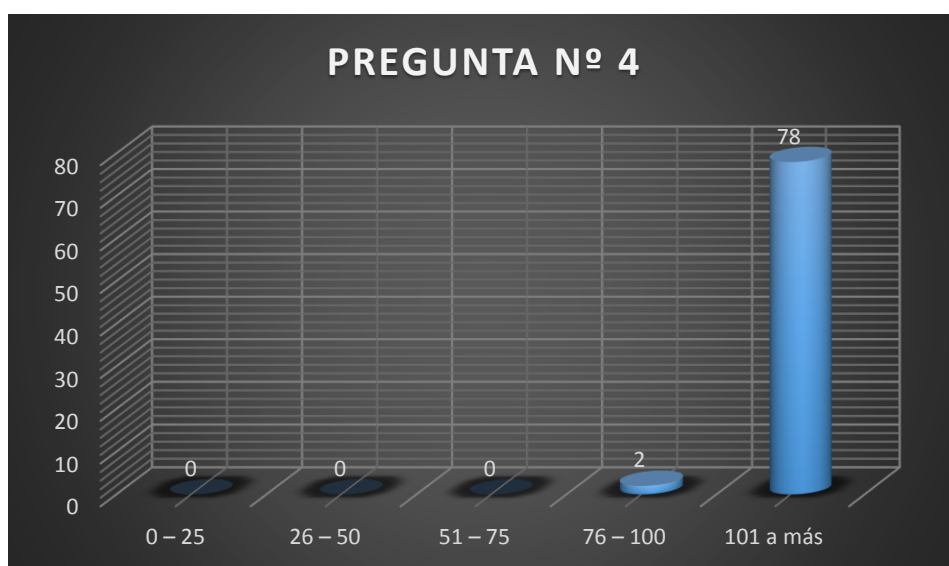
Conclusión: Con esta pregunta se concluye que de 80 trabajadores en el área de producción, el 93% (74 trabajadores) son personas que vienen laborando por más de 20 años en la FTP brindando así la confianza necesaria de que sus respuestas serán veraces.

¿Pertenece Al Área De Producción?	Colaboradores	Porcentaje	Acumulado
Si	80	100%	100%
No	0	0%	100%
TOTAL	80	100%	



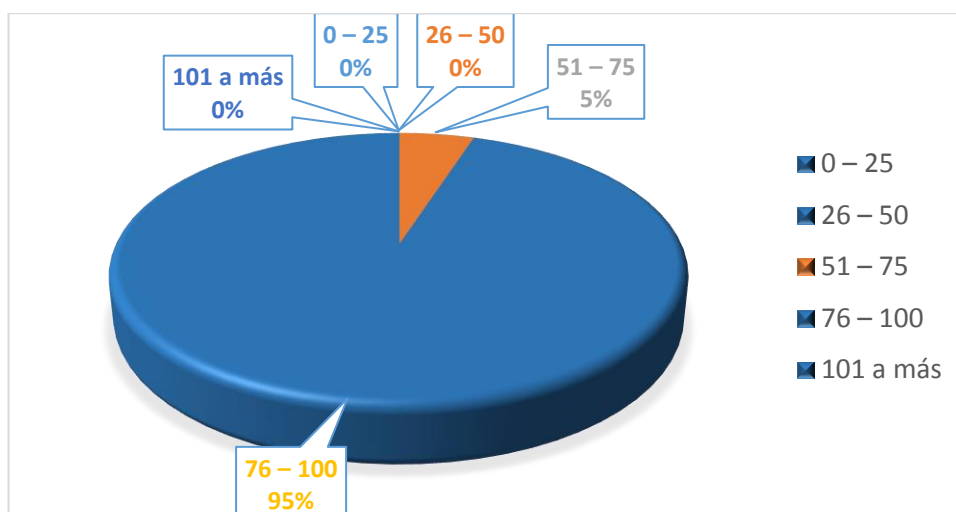
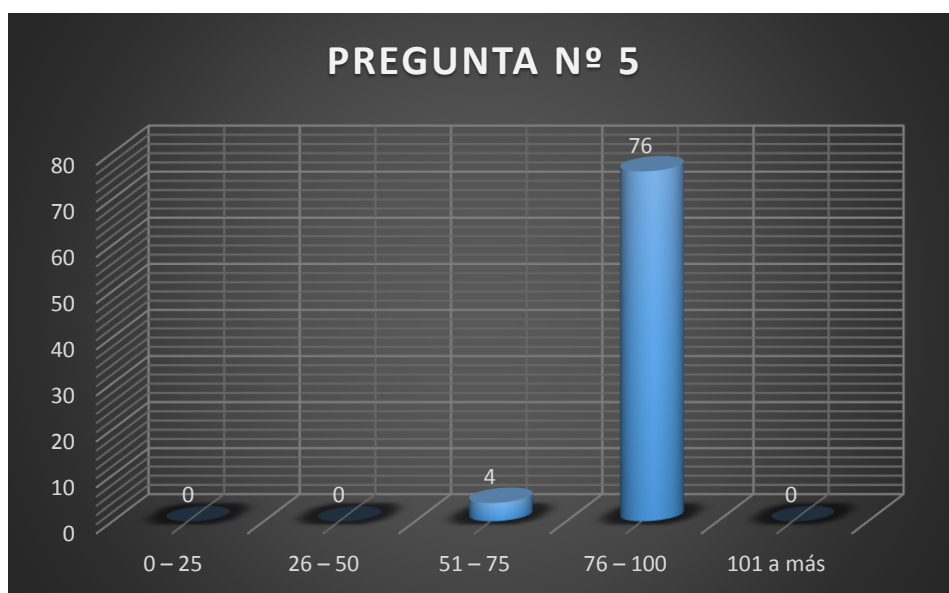
Conclusión: Con esta pregunta se concluye que de los 80 trabajadores encuestados, el 100% pertenecen al área de producción.

¿Cuál Es La Cantidad Total De Telares En Área De Producción?	Colaboradores	Porcentaje	Acumulado
0 – 25	0	0%	0%
26 – 50	0	0%	0%
51 – 75	0	0%	0%
76 – 100	2	3%	3%
101 a más	78	98%	100%
TOTAL	80	100%	



Conclusión: Con esta pregunta se concluye que de 80 colaboradores en el área de producción, el 98% (78 colaboradores) tienen el conocimiento real y exacto de la cantidad total de telares en FTP. Haciendo que nuestros análisis de resultados sean los más precisos posibles.

¿Del Total De Telares En El Área De Producción Cuantos Están En Funcionamiento Diario?	Colaboradores	Porcentaje	Acumulado
0 – 25	0	0%	0%
26 – 50	0	0%	0%
51 – 75	4	5%	5%
76 – 100	76	95%	100%
101 a más	0	0%	100%
TOTAL	80	100%	



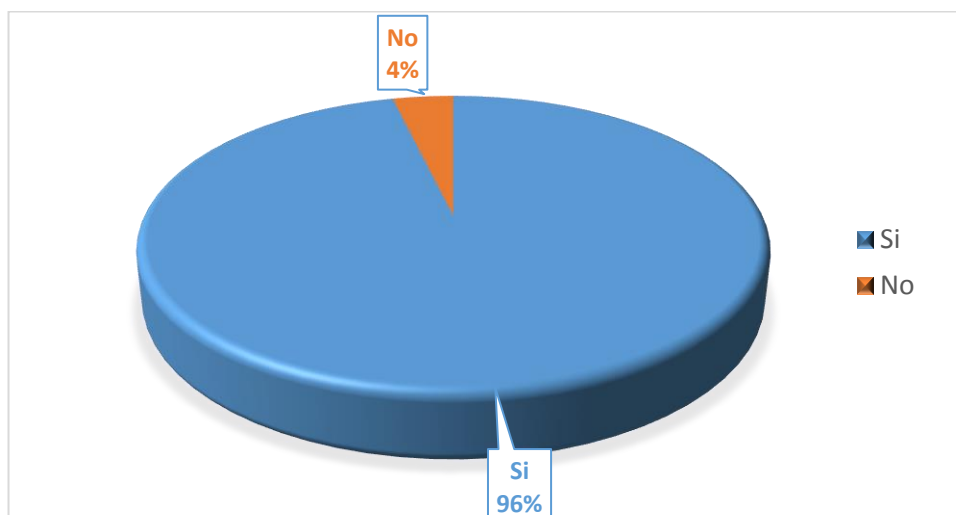
Conclusión: Con esta pregunta se concluye que de los 112 Telares en total en FTP, el 89% (80 telares) están en constante trabajo diario y que el 11% (23 telares) están en programa de producción y mantenimiento.

¿Con Que Frecuencia Hay Caída De Presión De Aire Comprimido Menor De Lo Requerido En El Área De Producción?	Colaboradores	Porcentaje	Acumulado
3 veces por mes	0	0%	0%
6 veces por mes	0	0%	0%
9 veces por mes	2	3%	3%
12 veces por mes	75	94%	96%
15 veces a más	3	4%	100%
TOTAL	80	100%	



Conclusión: Con esta pregunta se concluye que de los 80 colaboradores en el área de producción, el 94% (75 colaboradores) afirman que como mínimo hay caída de presión del aire comprimido 12 veces por mes generando problemas en la producción.

¿Usualmente Hay Pase De Agua A Los Telares Por Altas Temperaturas De Los Compresores De Aire Comprimido?	Colaboradores	Porcentaje	Acumulado
Si	77	96%	96%
No	3	4%	100%
TOTAL	80	100%	



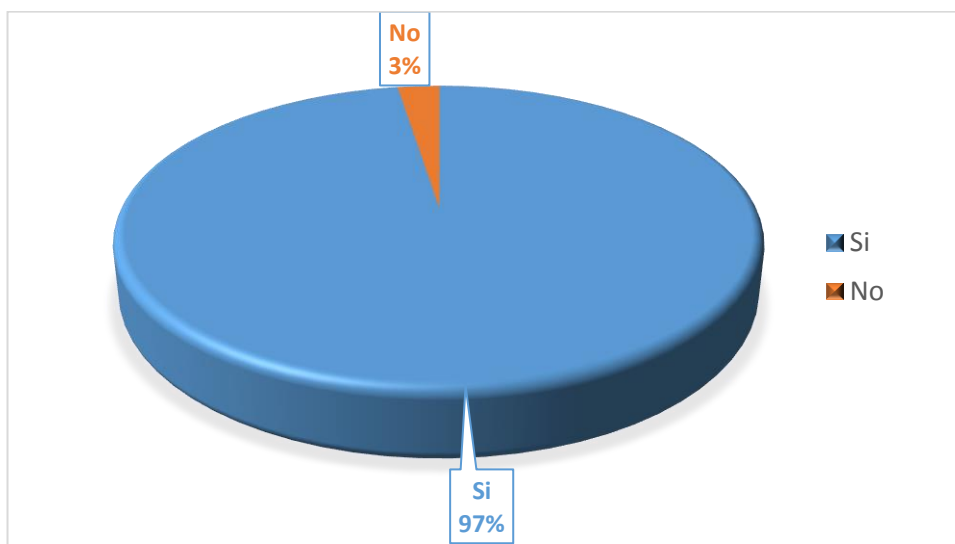
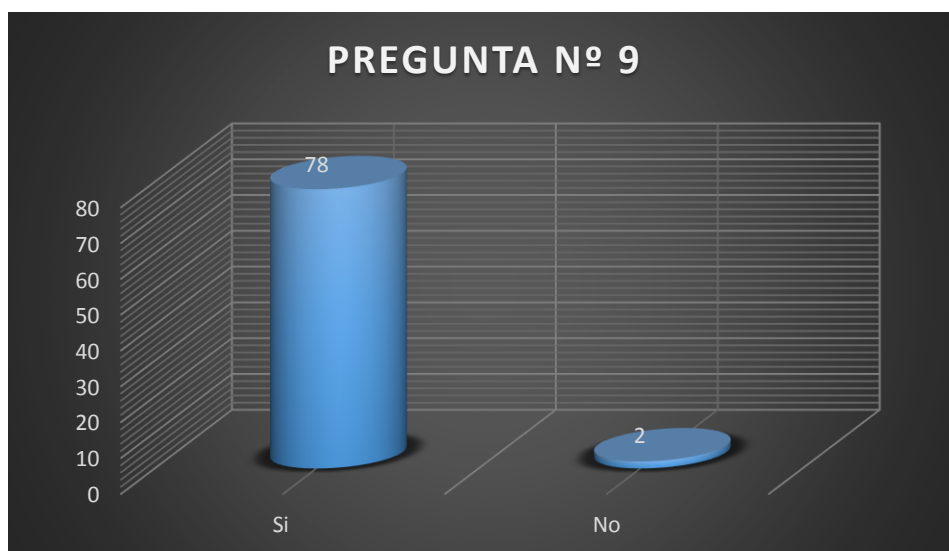
Conclusión: Con esta pregunta se concluye que de los 80 colaboradores encuestados, el 96% (77 operadores de telar) afirman que pase de agua a los telares.

¿Con Qué Frecuencia Hay Paradas No Programadas De Los Compresores En La FTP?	Colaboradores	Porcentaje	Acumulado
1 vez por mes	0	0%	0%
3 veces por mes	0	0%	0%
6 veces por mes	0	0%	0%
9 veces por mes	2	3%	3%
12 veces a más	78	98%	100%
TOTAL	80	100%	



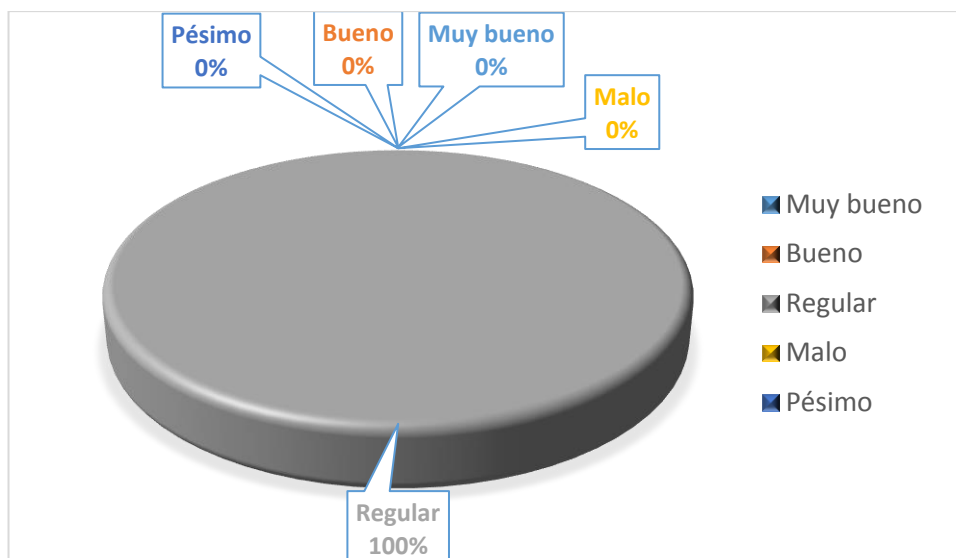
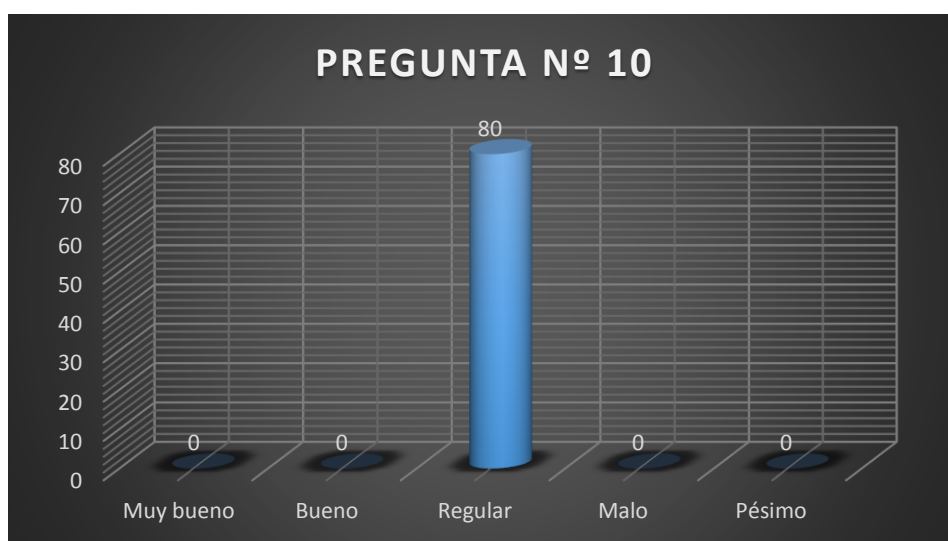
Conclusión: Con esta pregunta se concluye que de los 80 colaboradores en el área de producción, el 98% (78 colaboradores) afirman que como mínimo hay paradas no programadas 12 veces por mes generando problemas en la producción.

¿Usualmente Hay Partículas De Aceite En La Línea De Telares?	Colaboradores	Porcentaje	Acumulado
Si	78	98%	98%
No	2	3%	100%
TOTAL	80	100%	



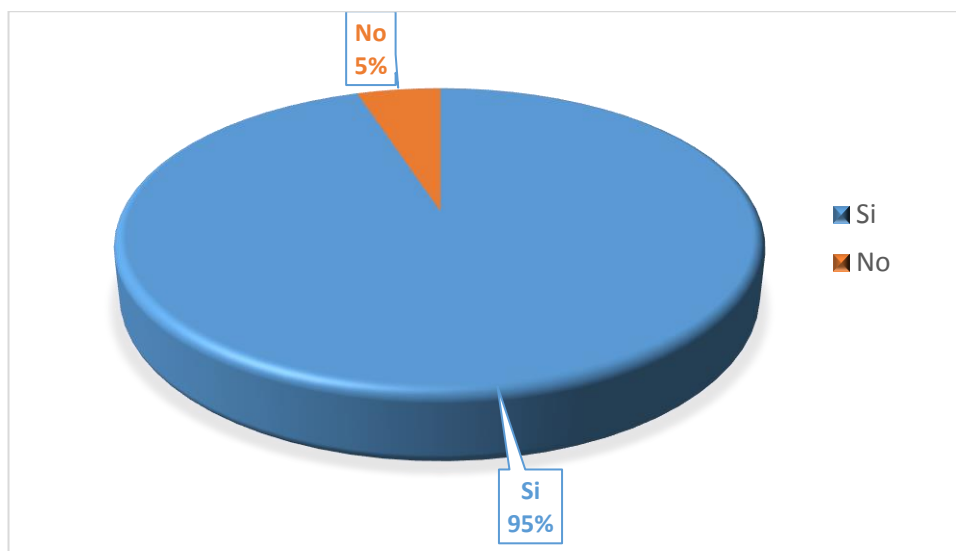
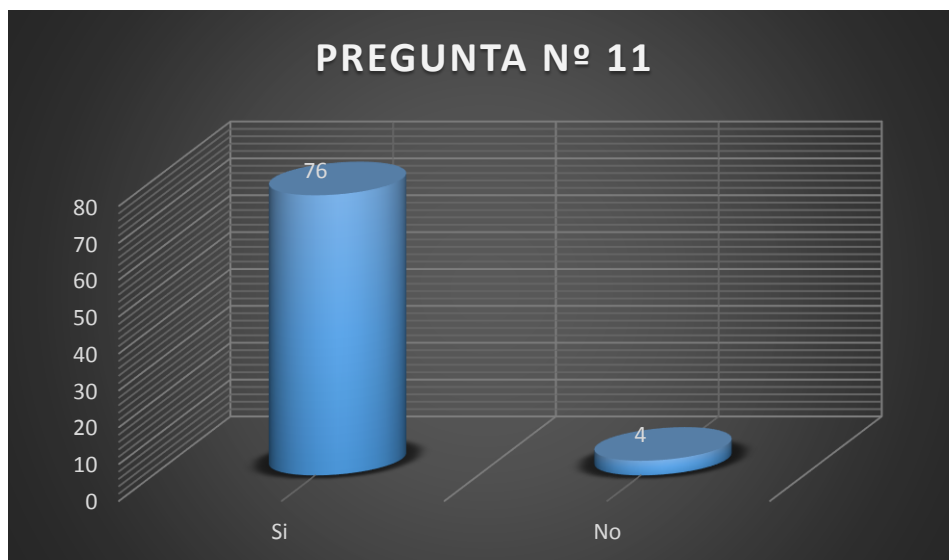
Conclusión: Con esta pregunta se concluye que de los 80 colaboradores encuestados, el 98% (78 operadores de telar) afirman que hay pase de partículas de aceite en los telares.

¿Qué opina Ud. Acerca de la calidad de aire comprimido brindado por estos compresores en la FTP?	Colaboradores	Porcentaje	Acumulado
Muy bueno	0	0%	0%
Bueno	0	0%	0%
Regular	80	100%	100%
Malo	0	0%	100%
Pésimo	0	0%	100%
TOTAL	80	100%	



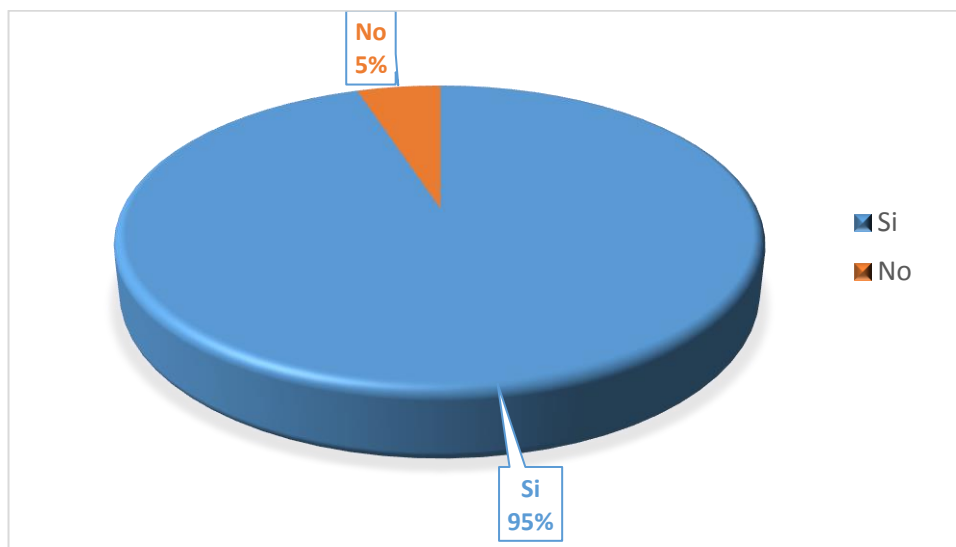
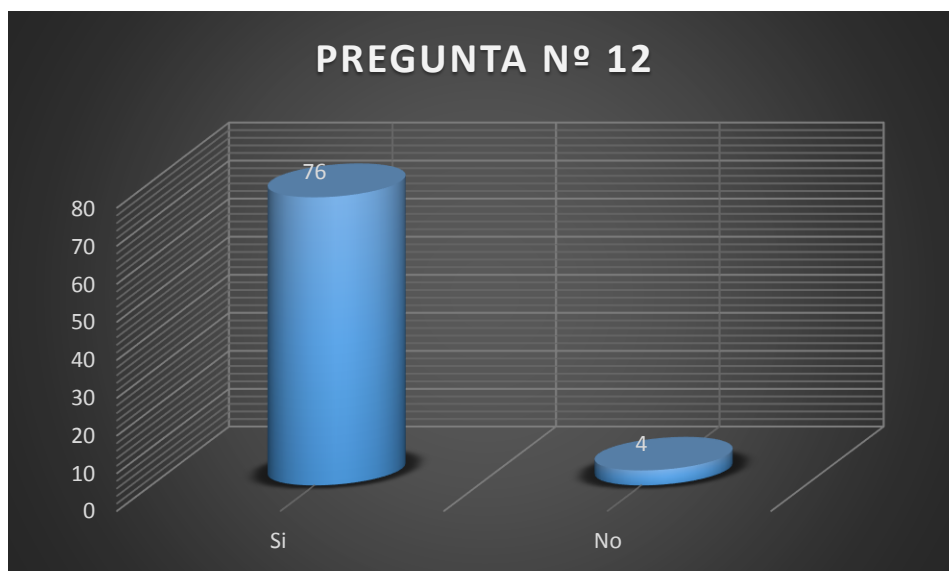
Conclusión: Con esta pregunta se concluye que de los 80 colaboradores en el área de producción, el 100% (80 colaboradores) aseguran que la presión y calidad de aire comprimido tiene una valoración Regular.

¿Cree Ud. Que Se Debería De Renovar La Planta De Aire Comprimido En La FTP?	Colaboradores	Porcentaje	Acumulado
Si	76	95%	95%
No	4	5%	100%
TOTAL	80	100%	



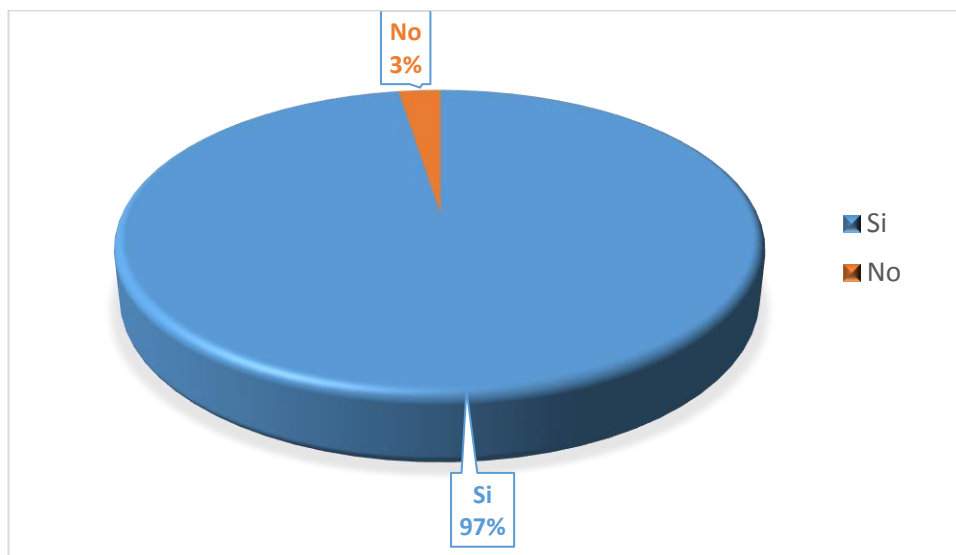
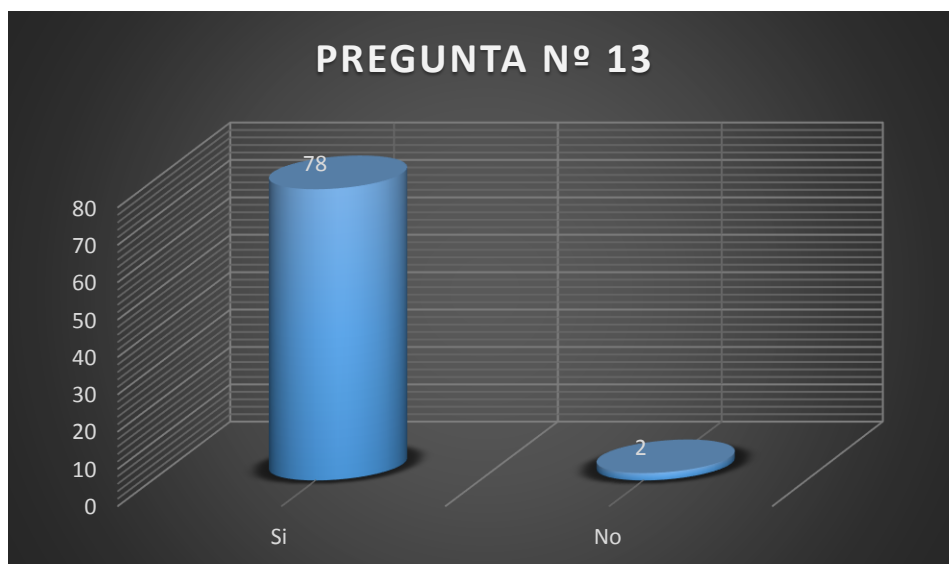
Conclusión: Con esta pregunta se concluye que de los 80 colaboradores en el área de producción, el 95% (76 colaboradores) afirman que se debería de renovar la planta de aire comprimido en la Fábrica Tejidos Pisco S.A.C. para mejorar la calidad de sus productos.

¿Cree Ud. Que Habría Productos Terminados De Mejor Calidad Si Se Renovara La Planta De Aire Comprimido De La FTP?	Colaboradores	Porcentaje	Acumulado
Si	76	95%	95%
No	4	5%	100%
TOTAL	80	100%	



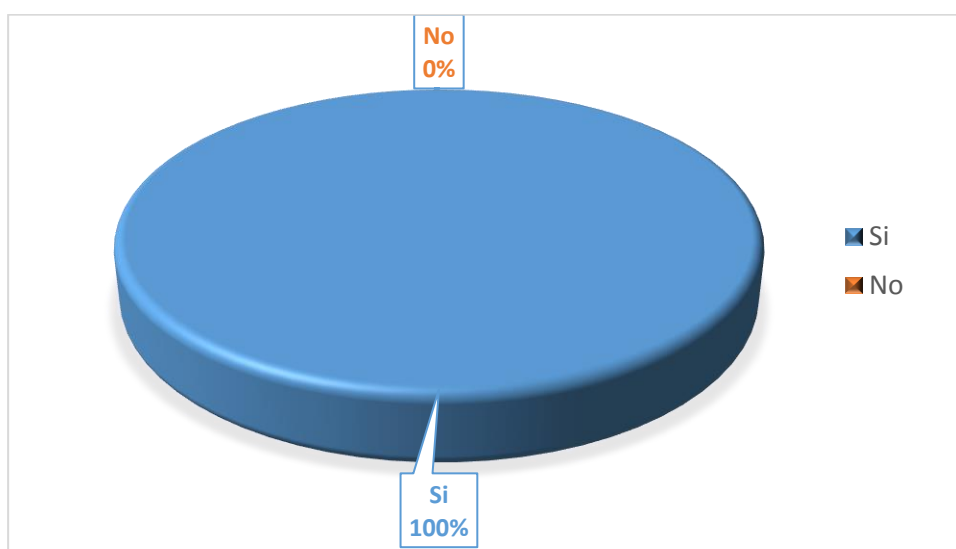
Conclusión: Con esta pregunta se concluye que de los 80 colaboradores en el área de producción, el 95% (76 colaboradores) afirman que si habrían productos de mejor calidad si se renovara la planta de aire comprimido.

¿Cree Ud. Que Aumentaría La Productividad Si Se Renovara La Planta De Aire Comprimido De La FTP?	Colaboradores	Porcentaje	Acumulado
Si	78	98%	98%
No	2	3%	100%
TOTAL	80	100%	



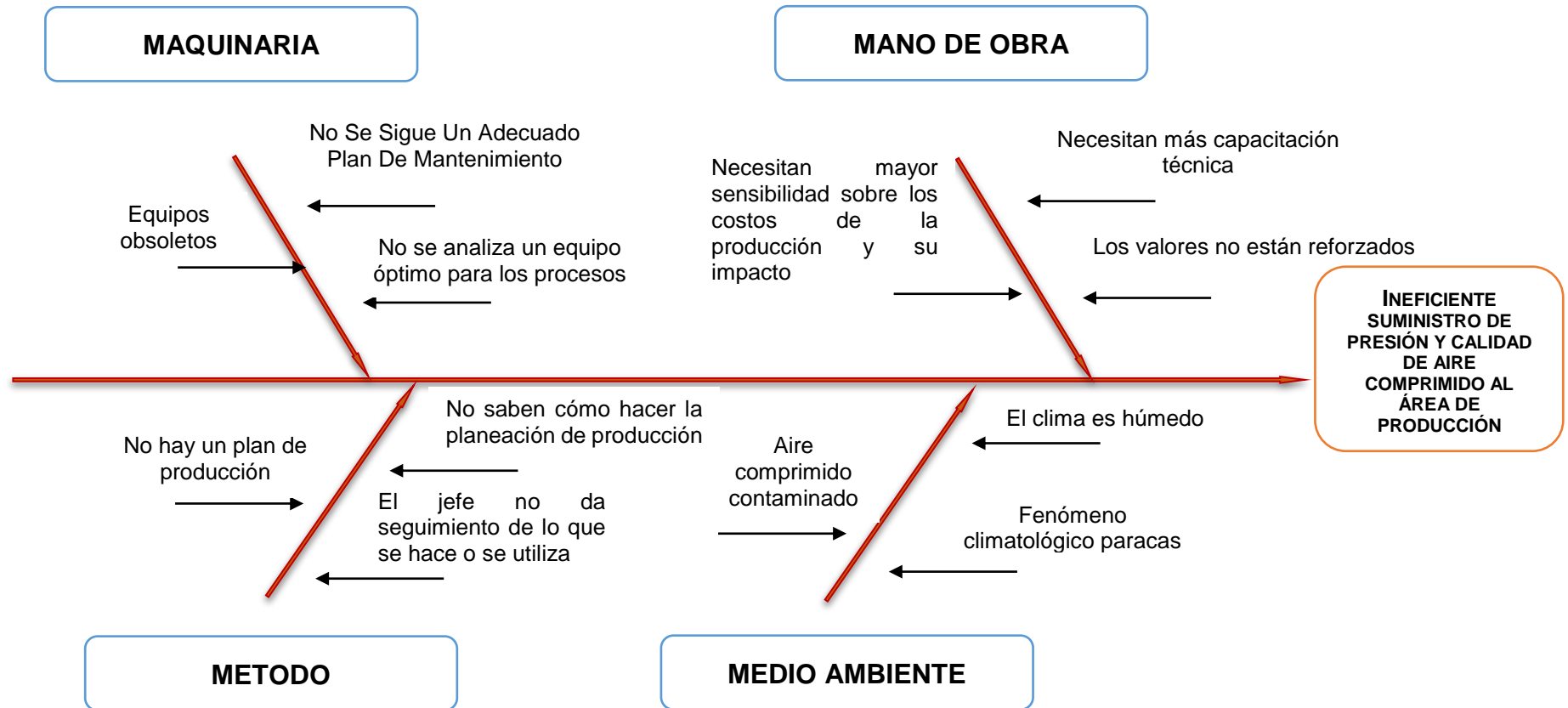
Conclusión: Con esta pregunta se concluye que de los 80 colaboradores en el área de producción, el 98% (78 colaboradores) afirman que la FTP si aumentaría su productividad, ya que no habría paradas no programadas, presión y aire comprimido de mala calidad.

¿Estaría Ud. Dispuesto A Colaborar Con La Renovación De La Planta De Aire Comprimido Para El Incremento De La Productividad En La FTP?	Colaboradores	Porcentaje	Acumulado
Si	80	100%	100%
No	0	0%	100%
TOTAL	80	100%	



Conclusión: Con esta pregunta se concluye que de los 80 colaboradores en el área de producción, el 100% afirman que están dispuestos a colaborar con la implementación del nuevo sistema de aire comprimido propuesto, con el fin de incrementar la productividad de la Fábrica Textil Tejidos Pisco S.A.C.

4.2. DIAGRAMA DE ISHIKAWA BASADO EN EL ENFOQUE DEL PORQUE - PORQUE



Fuente: Elaboración Propia

INEFICIENTE SUMINISTRO DE PRESIÓN Y CALIDAD DE AIRE COMPRIMIDO AL ÁREA DE PRODUCCIÓN

MAQUINARIA

- ✓ Equipos obsoletos
- ✓ No Se Sigue Un Adecuado Plan De Mantenimiento
- ✓ No se analiza un equipo óptimo para los procesos

MANO DE OBRA

- ✓ Necesitan mayor sensibilidad sobre los costos de la producción y su impacto
- ✓ Necesitan más capacitación técnica
- ✓ Los valores no están reforzados

METODO

- ✓ No hay un plan de producción
- ✓ No saben cómo hacer la planeación de producción
- ✓ El jefe no da seguimiento de lo que se hace o se utiliza

MEDIO AMBIENTE

- ✓ Aire comprimido contaminado
- ✓ El clima es húmedo
- ✓ Fenómeno climatológico paracas

TABLA 13: Criterios De Evaluación

CRITERIOS			
CRITERIOS	VALORACIÓN		
	Poco	Regular	Mucho
¿Es Un Factor Que Lleva Al Problema? ¿Es Factor?	1	2	3
Esto, ¿Ocasiona Directamente El Problema? ¿Causa Directa?	1	2	3
Si Esto Es Eliminado, ¿Se Corregiría El Problema? ¿Solución Directa?	1	2	3
¿Se Puede Plantear Una Solución Factible? ¿Solución Factible?	1	2	3
¿Se Puede Medir Si La Solución Funciona? ¿Es Medible?	1	2	3
¿La Solución Es De Bajo Costo? ¿Bajo Costo?	1	2	3

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 14: Valoración De Causas Del Diagrama De Ishikawa

CAUSAS	SOLUCIONES	CRITERIOS						TOTALES
		FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCION	FACTIBLE	MEDIBLE	COSTO BAJO	
MAQUINARIA	SOLUCION							
Equipos obsoletos	(S1) Realizar Renovación De Equipos	3	3	3	3	2	2	16
No se sigue un adecuado plan de mantenimiento	(S2) Realizar seguimiento del plan	2	1	1	3	1	2	10
No se analiza un equipo óptimo para los procesos	(S3) Capacitación en control de operaciones	2	2	2	3	1	2	12
MANO DE OBRA	SOLUCIÓN	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCION	FACTIBLE	MEDIBLE	COSTO BAJO	
Necesitan mayor sensibilidad sobre los costos de la producción y su impacto	(S4) Plan de capacitación/evaluación de desempeño	1	1	1	2	1	2	8
Necesitan más capacitación técnica	(S5) Plan de capacitación/evaluación de desempeño	1	1	1	2	2	2	9
Los valores no están reforzados	(S6) Plan de capacitación/evaluación de desempeño	1	1	1	2	1	1	7
METODO	SOLUCIÓN	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCION	FACTIBLE	MEDIBLE	COSTO BAJO	
No hay un plan de producción	(S7) Realizar un plan de producción	2	1	1	2	1	2	9
No saben cómo hacer la planeación de producción	(S8) Capacitación en control de operaciones	2	1	1	2	1	2	9
El jefe no da seguimiento de lo que se hace o se utiliza	(S9) Curso de herramientas de supervisión	1	1	1	2	1	2	8
MEDIO AMBIENTE	SOLUCIÓN	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCION	FACTIBLE	MEDIBLE	COSTO BAJO	
Aire comprimido contaminado por fenómenos climatológicos (clima húmedo y vientos paraca)	(S10) Cambiar a filtros con mejores características	1	2	1	2	1	2	9
El piso de los alrededores del área facilita a que la maquina se contamine rápidamente	(S11) Cambiar a piso de concreto	1	1	1	2	1	2	8
TOTALES								105

Fuente: Elaboración Propia

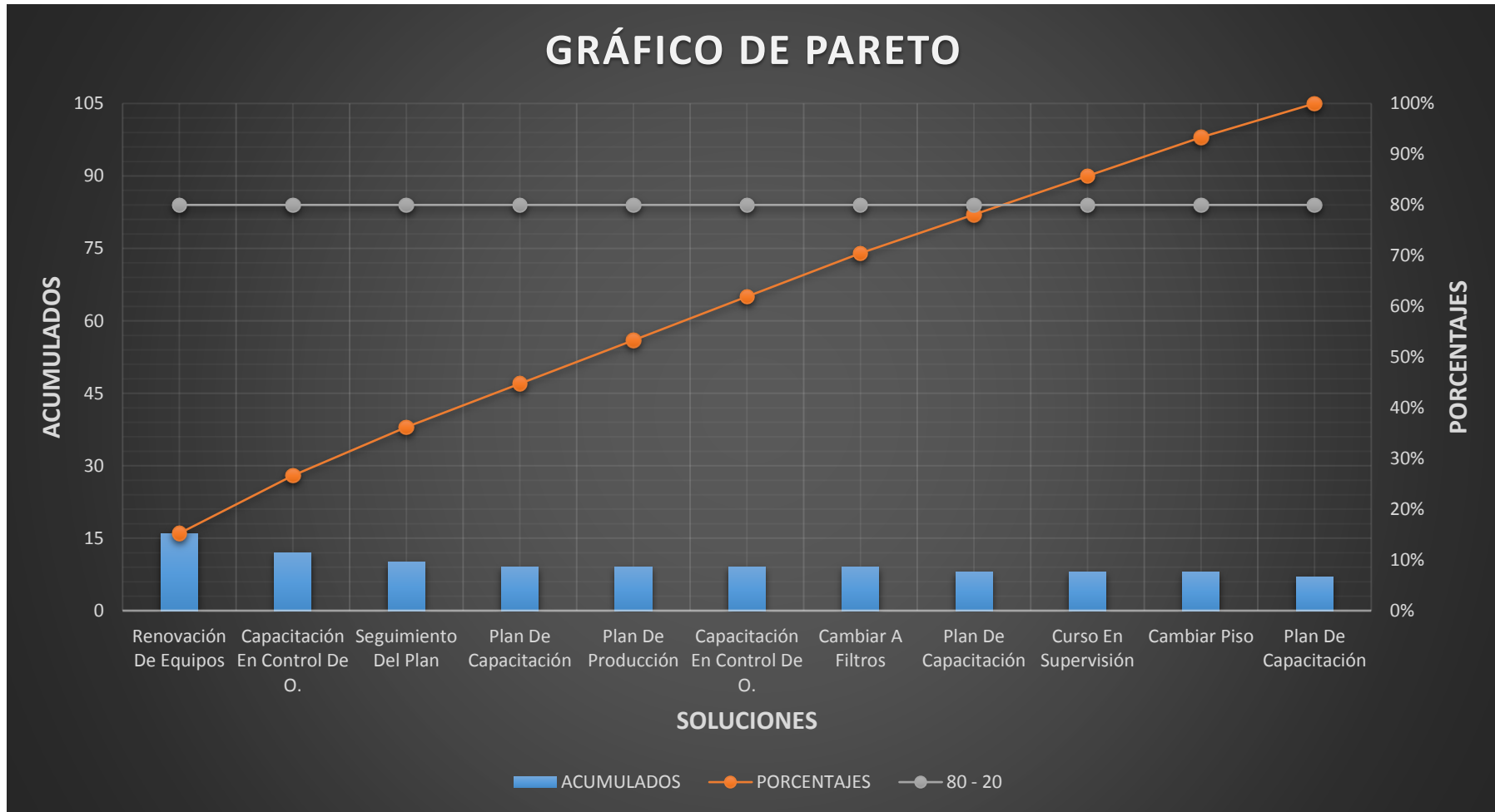
4.3. DIAGRAMA DE PARETO BASADO EN EL ENFOQUE DEL PORQUE - PORQUE

TABLA 15: 80 - 20 De Pareto

CAUSAS	TOTALES	%	% ACUMULADO	80 - 20
(S1) Renovación De Equipos	16	15%	15%	80%
(S3) Capacitación En Control De O.	12	11%	27%	80%
(S2) Seguimiento Del Plan	10	10%	36%	80%
(S5) Plan De Capacitación	9	9%	45%	80%
(S7) Plan De Producción	9	9%	53%	80%
(S8) Capacitación En Control De O.	9	9%	62%	80%
(S10) Cambiar A Filtros	9	9%	70%	80%
(S4) Plan De Capacitación	8	8%	78%	80%
(S9) Curso En Supervisión	8	8%	86%	80%
(S11) Cambiar Piso	8	8%	93%	80%
(S6) Plan De Capacitación	7	7%	100%	80%
TOTAL	105	100%		

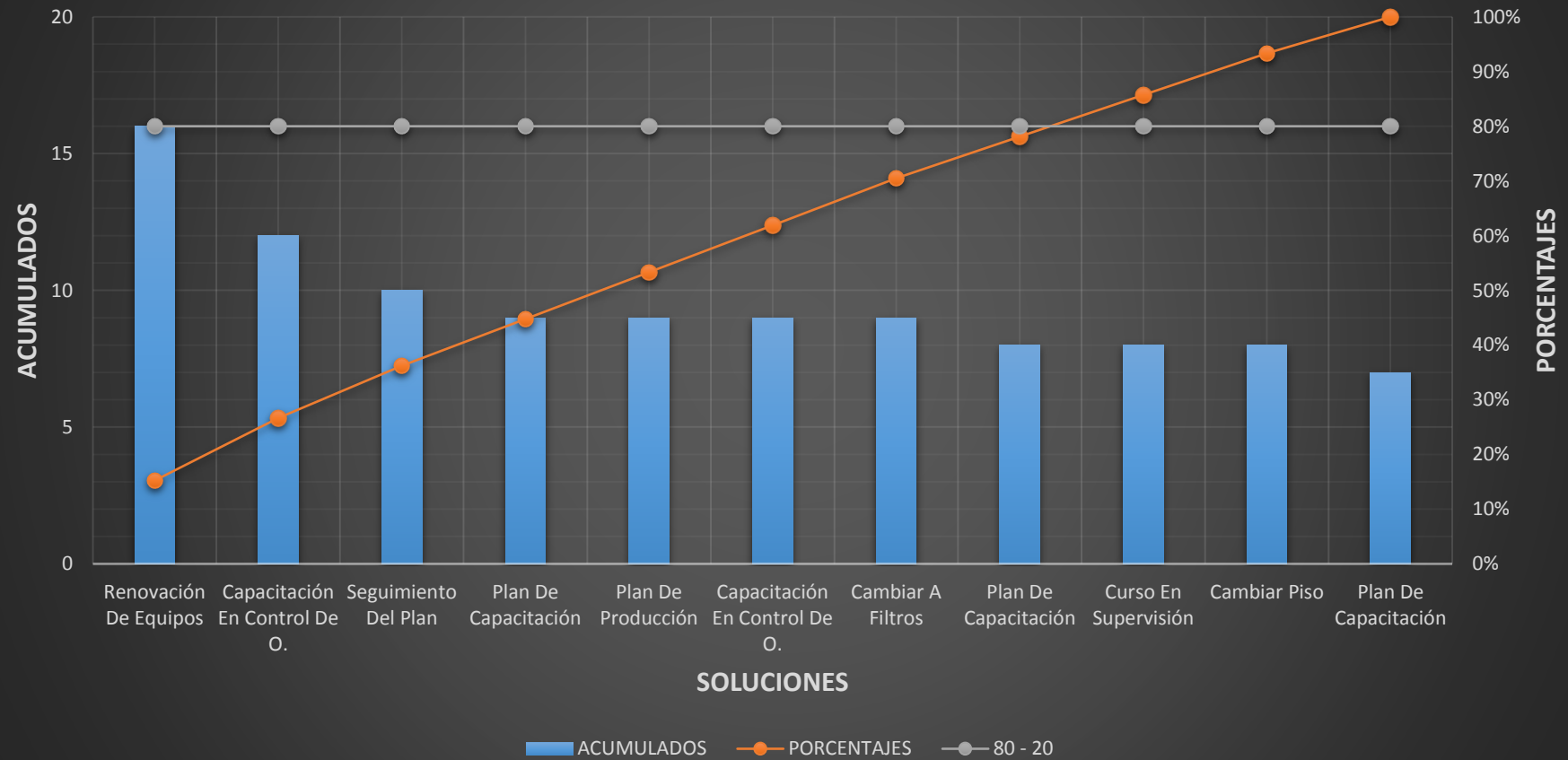
Fuente: Elaboración Propia

GRÁFICO 26: Diagrama De Pareto



Fuente: Elaboración Propia

GRÁFICO DE PARETO



Fuente: Elaboración Propia

En conclusión , se puede decir que el 20% de las causas generaron el 80% de los principales problemas que van a causar paradas no programadas a nuestros procesos y los que deberíamos de dar pronta solución con el fin de reducir los errores en nuestros procesos, como son: la falta de renovación de equipos, no se analiza un óptimo equipo para los procesos, no se sigue un adecuado plan de mantenimiento de estos, el personal necesita más capacitación técnica, no hay un adecuado plan de producción, los supervisores no saben cómo hacer la planeación de producción, el aire comprimido no es puro en un 100% y por último nuestros colaboradores necesitan mayor sensibilidad sobre los costos de la producción y su impacto.

Es por esta razón que se realizó un estudio de investigación para dar soluciones factibles que beneficien a La Fábrica Textil Tejidos Pisco S.A.C. en la reducción de sus fallas; innovando sus equipos de compresores de aire comprimido, mediante la presentación de un diseño y sus costos de implementación tanto del montaje, puesta en servicio y mantenimiento de estos equipos.

4.4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE AIRE COMPRIMIDO PROPUESTO

En esta investigación se elaboró un análisis tanto interno, como externo que nos ayudará a determinar la situación de las instalaciones de la Empresa Textil Tejidos Pisco S.A.C. y en primera instancia el Área de producción, en las que nos basáremos en la adecuada aplicación de recopilación de información mediante elaboración de listados tanto en lo que respecta a equipos de generación y tratamiento del aire en la parte de suministro, como la maquinaria que utiliza sistemas neumáticos para su operación en la parte de la demanda, así como también la elaboración de diagramas del sistema de distribución de aire con sus distintos ramales y con ello el mejoramiento de las instalaciones mecánicas para el suministro de aire comprimido.

La finalidad fue:

- ✓ Mejorar el sistema de servicio de aire comprimido.
- ✓ Mejorar la calidad de productos de tela DENIM
- ✓ Reducir los costos excesivos en el servicio de aire comprimido.
- ✓ Reducir los costos excesivos por servicios de mantenimientos.
- ✓ Reducir los costos por paradas no programadas de los compresores.
- ✓ Mejorar la seguridad operacional, sumado a la capacitación del personal existente.

4.5. FUNDAMENTO DE OPERACIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO

La planta de aire comprimido está conformado por un compresor centrífugo, un secador de aire principal y un sistema de aire de arranque inicial que a su vez está compuesto de un compresor, un secador pequeño y una batería de filtros.

La planta trabaja del siguiente modo (**ver gráf. N° 27**)

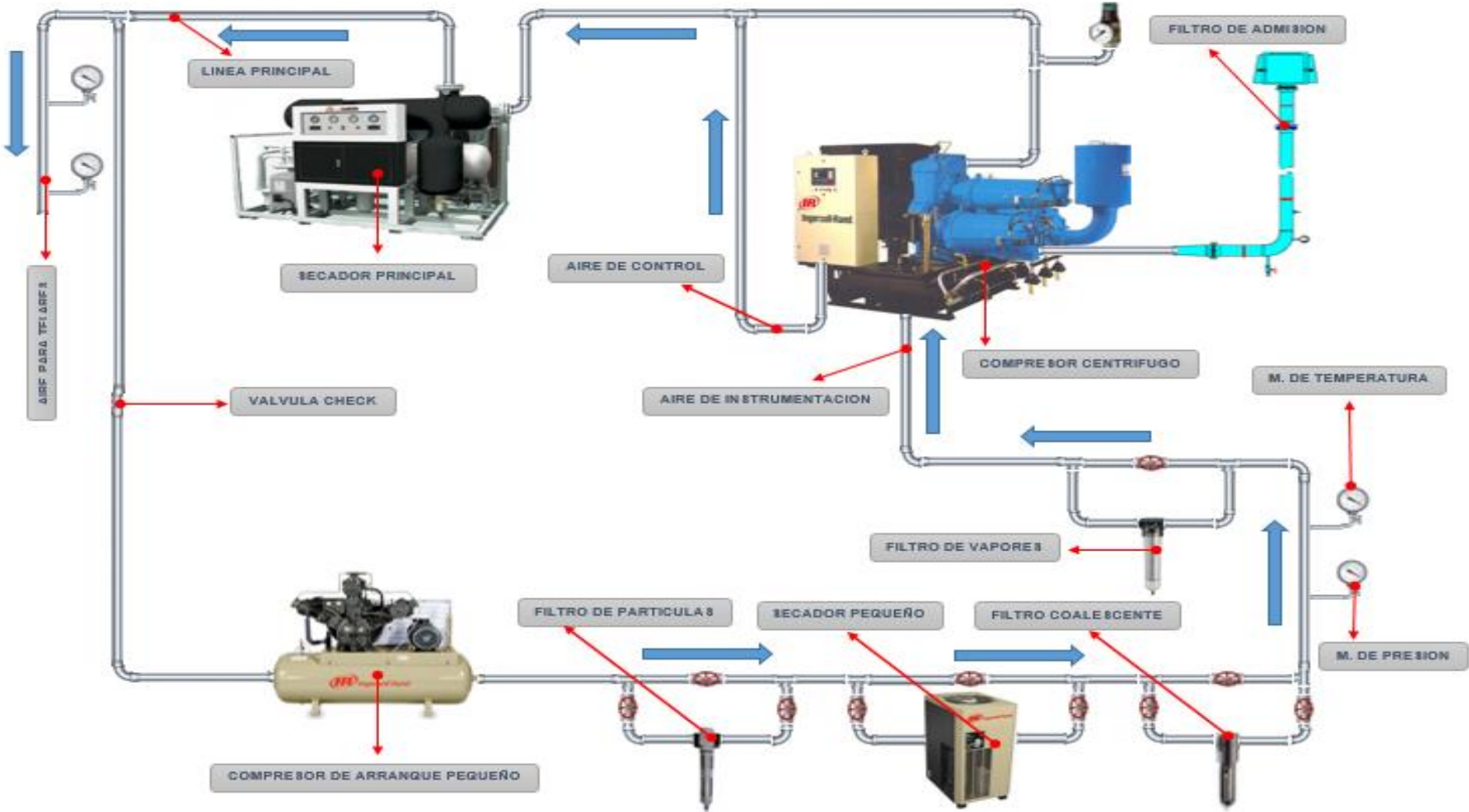
En el inicio y para el arranque se necesita de aire comprimido que será suministrado por el sistema de aire de arranque inicial. Este aire suministrado es de calidad tipo instrumentación. El aire del medio ambiente es comprimido en el compresor pequeño hasta una presión de 100 psi (689,5 kpa) para después ser secado y purificado por medio de un secador y una batería de filtros. El aire comprimido en esta condición es introducido a un manifold dentro del panel de control del compresor centrífugo de donde es distribuido al sistema de sellos de carbón de los rotores y a los actuadores y posicionadores de las válvulas de

admisión y Bypass de este compresor. Habiéndose cumplido esta primera etapa en el proceso de arranque de la planta se energiza en el panel de control y se procede con el arranque del compresor centrífugo el cual también comprimirá el aire del medio ambiente hasta una presión de 106 psi (730,8 Kpa) para después pasar por un secador del tipo refrigerado. El aire procedente de este secador es el que se dispondrá para la alimentación de los telares.

De la línea de aire para telares o línea principal se extrae una pequeña cantidad de aire que servirá para poner fuera de operación el compresor de arranque inicial, eso debido a que una vez que se ha alcanzado el nivel de presión en la línea principal, el switch de presión en el compresor de arranque queda en posición abierto y por lo tanto desenergizado, sirviendo tan solo su tanque como un medio de paso para el aire procedente de la línea principal hacia el manifold dentro del panel de control.

A continuación se esboza la operación de cada uno de los componentes de la planta, cabe mencionar en este momento que todos estos son de la marca **INGERSOLL RAND**.

GRÁFICO 27: Diagrama De Operación De Compresor Centrífugo CENTAC Ingersoll – Rand

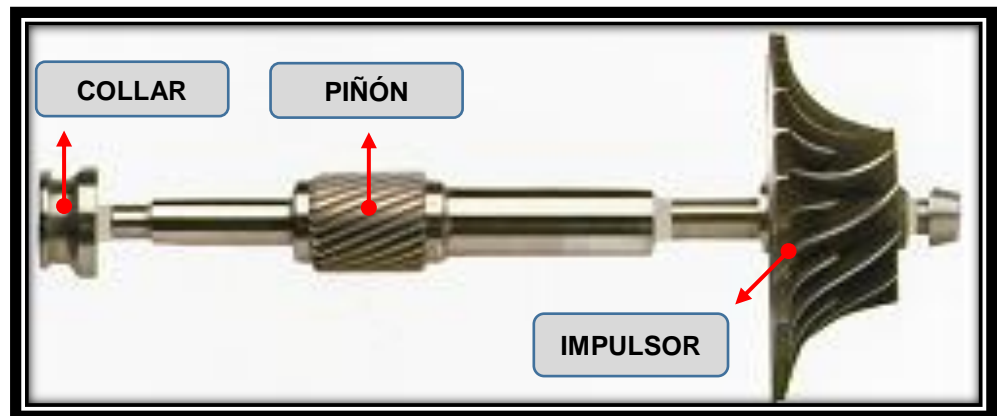


Fuente: Elaboración Propia

4.5.1. Compresor Centrifugo

El compresor aquí descrito es un Frame del modelo CENTAC CV2 el cual es construido en fierro fundido y en presentación de casing partido verticalmente (**ver gráf. N° 33**) Este casing aloja al engranaje Maestro o Bullgear el cual está sosteniendo sobre cojinetes. Este Bullgear mueve a los piñones conformantes de cada Etapa de compresión. Cada piñón es parte de un rotor, el cual esta balanceado con precisión junto con su respectivo impulsor y collar de empuje, los cuales se unen al piñón mediante encastres poligonales (poligon attachment) y pernos de sujeción (**ver gráf. N° 28**)

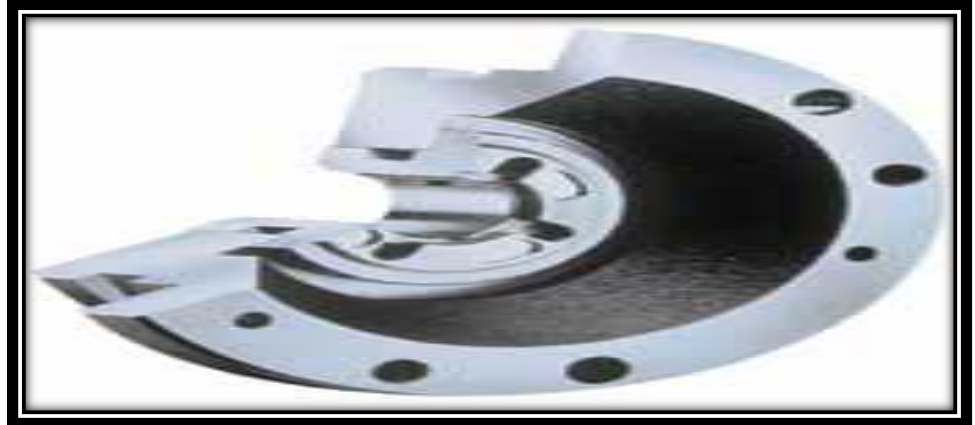
GRAFICO 28: Rotor



Fuente: Elaboración Propia

Cada rotor esta sostenido por un cojinete radial (plain Bearings), un cojinete de empuje (Thrust Bearing – (**ver gráf. N° 29**) y un juego de tres sellos de carbón (Shaft Seal), uno de ellos sirve como sello de aire y los otros dos con sello de aceite y entre estos dos conjuntos de sello se inyecta aire Seal Air- (**ver gráf. N° 30**), siendo esto una barrera final que evita que el aceite entre a la zona de compresión. Los difusores son de fierro fundido con alabes de acero inoxidable sujetos a la superficie del difusor mediante pines. Cada difusor está localizado entre un impulsor y un enfriador.

GRÁFICO 29: Thrust Bearing (Cojinete De Empuje)



Fuente: Elaboración Propia

GRÁFICO 30: Shaft Seal (Sello De Carbón)

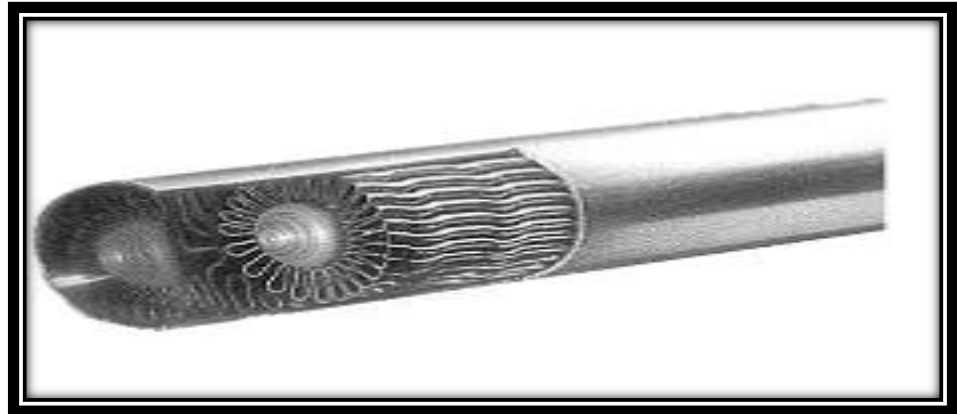


Fuente: Elaboración Propia

Un sensor de vibración está instalado en cada cojinete radial pero sin hacer contacto con el eje del rotor. Este sensor mide la vibración radial del eje.

Los enfriadores son del tipo “donut” es decir: 2 tubos, uno dentro de otro) y son de alta eficiencia. El tubo interno es ciego (taponado en sus extremos), entre el tubo extremo e interno existe un aleteado a través de los cuales pasa el aire comprimido (**ver gráf. Nº 31**).

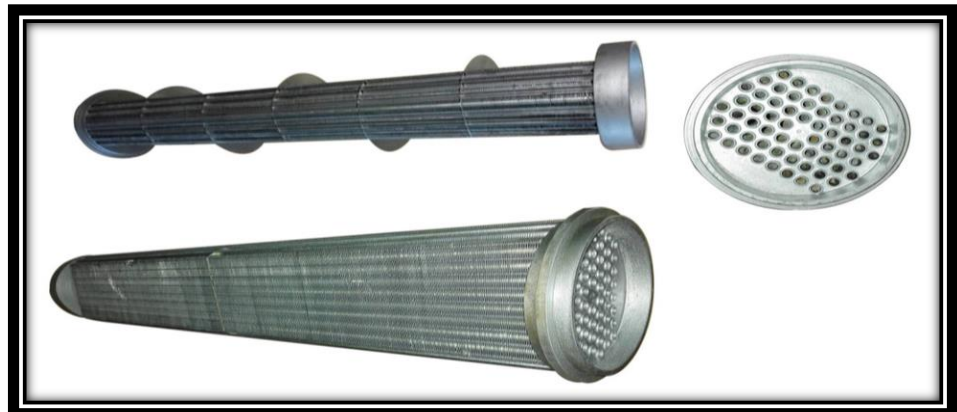
GRÁFICO 31: Tubo Del Enfriador De Aire



Fuente: Elaboración Propia

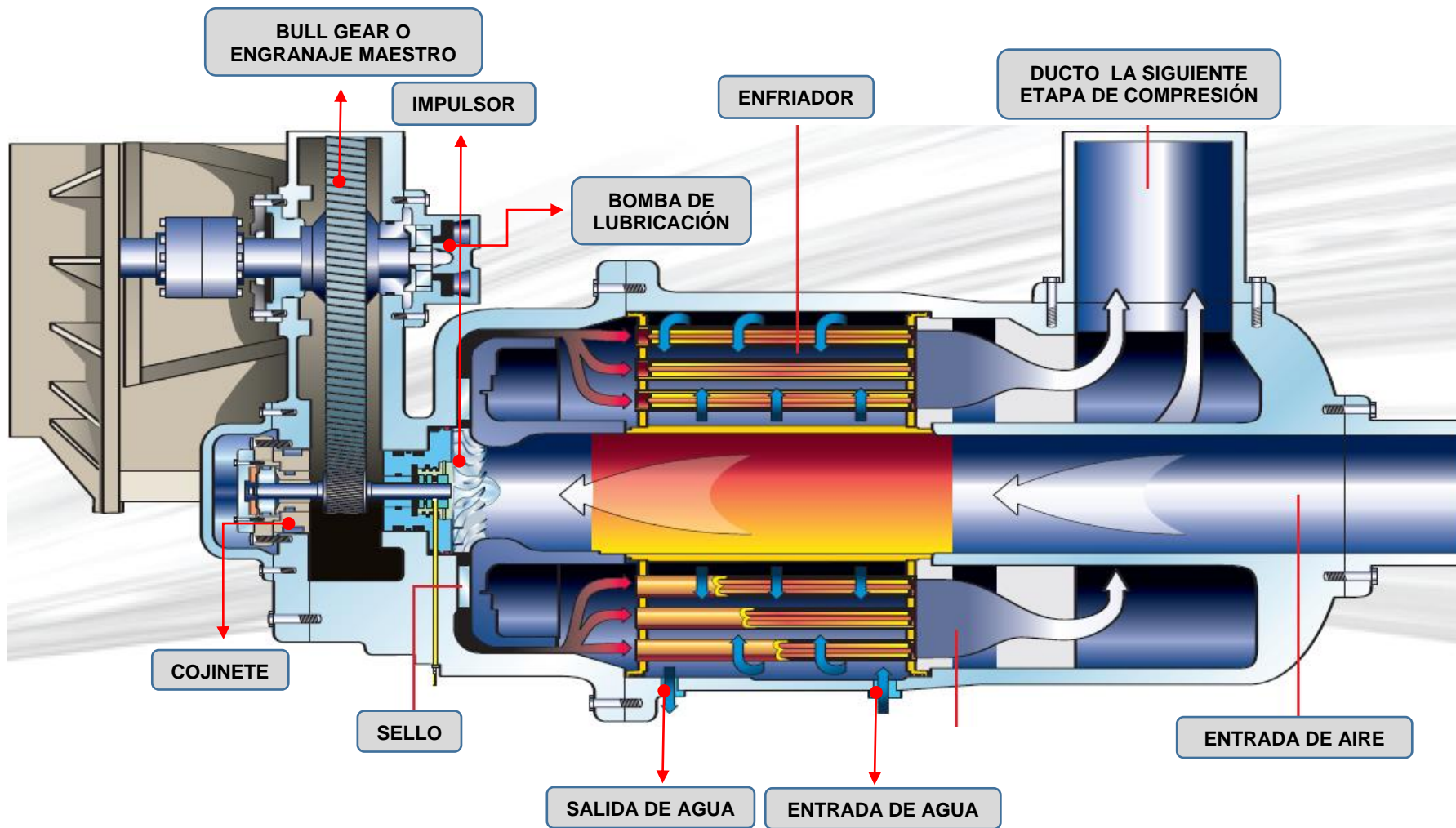
El sistema de remoción de condensado consiste en unas mallas de acero inoxidable que actúan como separadores y deflectores, dirigiendo el condensado hacia las trampas que son del tipo flotador (**ver gráf. Nº 32**).

GRÁFICO 32: Tubo Del Enfriador De Aire



Fuente: Elaboración Propia

GRÁFICO 33: Compresor Centrifugo CENTAC Ingersoll Rand



Fuente: Elaboración Propia

Una base fabricada en plancha de acero sirve también de reservorio de aceite y de soporte para el casing del compresor, sistema de lubricación y panel de control.

El sistema de lubricación consiste de 2 bombas: una de prelubricación y otra que es la principal. La bomba de prelubricación arranca tan pronto se energiza el tablero de control y es accionado por un motor eléctrico y sirve para “cebar” a la bomba principal y llenar los ductos internos del sistema. La bomba de prelubricación funciona durante el proceso de arranque y hasta el momento en que la bomba principal llega a su velocidad y presión de operación. Cuando el compresor se apaga por un shutdown o parada programada, la bomba de prelubricación inmediatamente entra en operación.

La bomba principal de lubricación está sobredimensionada y es de desplazamiento positivo. Su accionamiento es por medio del eje del Bullgear. La presión de descarga está controlada por una válvula de alivio localizada aguas abajo del enfriador de aceite y el filtro (10 micrón).

El enfriador de aceite es del tipo tubo-coraza y una válvula termostática de 3 vías se encarga de mezclar el aceite frío y caliente y mantener una temperatura apropiada en los cojinetes.

El sistema de control incluye todos los dispositivos necesarios para arrancar y parar el compresor, controlar la presión del sistema y asegurar una buena operación con relación a lubricación, vibración y temperatura. Este sistema también incluye un dispositivo sensible a la presencia del “surge” lo cual lo protege de un prolongado funcionamiento en esta zona de inestabilidad. De producirse este Fenómeno el dispositivo pondrá a trabajar el compresor en el modo de vacío (UNLOAD).

El modo se mantiene constante la presión del sistema del cliente, esto se consigue mediante el accionamiento de la válvula de admisión en el rango de estrangulamiento.

Si la demanda de flujo de aire es menor a la mínima capacidad de estrangulamiento, la presión constante se consigue manteniendo la válvula de admisión en el punto de mínima capacidad y estrangulando la Válvula de Bypass. Cuando el compresor es operado en vacío, la válvula de Bypass está totalmente abierta y la válvula de admisión esta algo abierta. Cuando el compresor está a carga completa la válvula de Bypass está totalmente cerrada y la de admisión totalmente abierta.

4.5.2. Secador De Aire Principal

Todo aire atmosférico contiene una cierta cantidad de vapor de agua el cual está mezclado con otros gases (Nitrógeno, Oxígeno, Dióxido de carbono, etc.). Este vapor de agua llega al compresor con el aire de admisión durante el proceso de compresor. El vapor de agua es un gran contaminante del sistema de aire comprimido. El condensado de este vapor corroerá y dañará a los componentes del sistema (tuberías, tanques, herramientas y equipos neumáticos, etc.), el resultado esto son altos costos de mantenimiento y baja confiabilidad del sistema. El secador de aire tipo refrigerado condensara y drenara el agua fuera del sistema de aire antes que ocurran los problemas.

Se explica a continuación el funcionamiento del secador, el cual consta de 2 circuitos (Circuito de aire y Circuito de refrigeración **(ver gráf. Nº 34)**).

En el circuito de aire, el aire húmedo procedente del post-enfriador del compresor centrifugo entra a un intercambiador de calor aire-aire, actuando este intercambiador como un pre-enfriador del aire que ingresa al secador y a la vez como un Re-calentador del aire que sale del secador. Este efecto de enfriamiento inicial substancialmente reduce la carga sobre el sistema de refrigeración y de este modo se reduce los costos de operación.

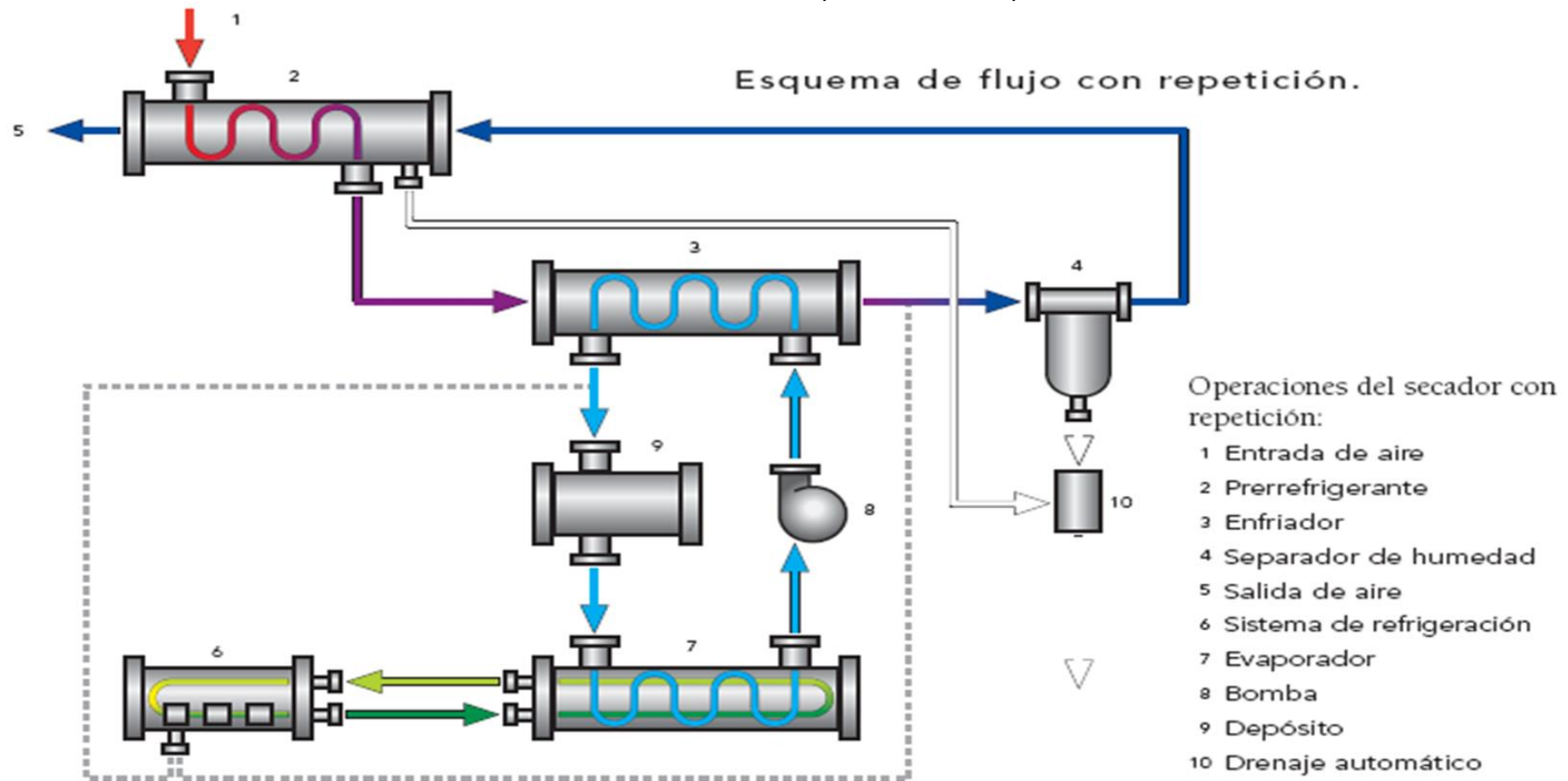
El aire pre-enfriado entra al intercambiador aire-refrigerante (el cual es llamado también Air Chiller o Evaporador) donde es enfriado hasta la temperatura de punto de Rocío requerida. De este intercambiador principal, el aire frio fluye hacia el separador, donde el condensado es

retirado del flujo de aire por acción centrífuga y después es drenado por medio de válvulas controladas electrónicamente.

El aire seco se dirige luego al Pre-enfriador/Re-calentador donde su temperatura se levanta. Así seco el aire es utilizado por el usuario en los telares.

El circuito de Refrigeración empieza en el punto de entrada del evaporador donde el refrigerante líquido entra, se expande y absorbe calor del aire comprimido. El refrigerante cambia a estado gaseoso en este proceso. El compresor de refrigeración comprime el gas y lo entrega al condensador donde es enfriado por el agua. Cuando el gas refrigerante pierde calor, este se condensa. El condensado es filtrado y enviado hacia la válvula de expansión termostática, la cual controla el flujo hacia el evaporador. A medida que la temperatura del aire se acerca al punto de Rocío, la válvula de Bypass de Gas caliente empieza a abrirse. Esta válvula permite que parte del gas refrigerante caliente "Bypass" el condensador, este se mezcla con el refrigerante líquido, previniéndose de este modo que la temperatura del intercambiador principal caiga muy abajo y se produzca un congelamiento. A medida que la temperatura del aire se incrementa, la válvula de Bypass de gas caliente se cerrará y dejará el control del evaporador a la válvula de expansión termostática.

GRÁFICO 34: Secador Principal De Aire Comprimido

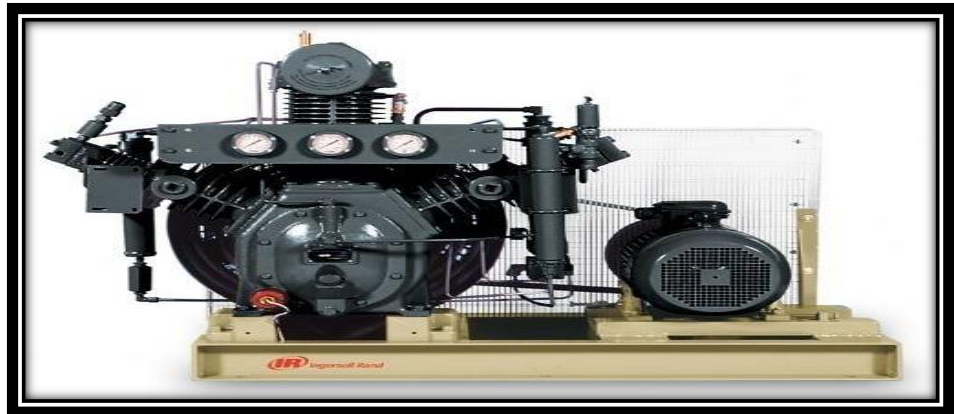


Fuente: Elaboración Propia

4.5.3. Sistema De Aire De Arranque Inicial

El compresor pequeño de este sistema solo funciona desde los preparativos para el arranque y hasta el momento en que la línea principal de aire esta con una presión superior a 80 psi (551,6 Kpa) **(ver gráf. Nº 35)**. Se utiliza para satisfacer el preventivo del compresor centrífugo (i.e.: presión de aire de sellos, la presencia de este hace que funcione la bomba de prelubricacion), así como para suministrar aire para el accionamiento de las válvulas. Este compresor es del tipo reciprocante (pistón), de cilindros no-lubricados, refrigerado por aire, de simple efecto, doble etapa y 2 cilindros.

GRÁFICO 35: Compresor Pequeño Ingersoll-Rand



Fuente: Elaboración Propia

El aire del medio ambiente pasa por el filtro de admisión para luego ser comprimido en la cámara conformada por el cilindro y el pistón. El aire así comprimido fluye hacia el tanque horizontal que es a su vez el soporte sobre el que descansa el compresor y su motor. Una de las conexiones del tanque está unida a la línea principal del aire. Este aire es seco y proviene del secador principal. Para evitar que el aire contenido en el tanque fugue hacia la línea principal se ha instalado una válvula Check. En el otro extremo del tanque esta la conexión de salida del aire hacia el secador pequeño y hacia el banco de filtros (coalescentes, de partículas y de vapores). **(Ver gráf. Nº 36)**.

El filtro de partícula está diseñado para ser usado como Pre-Filtro de los filtros coalescentes y de vapor. Este filtro remueve partículas contaminantes hasta de un micrón y reducen el contenido de “neblina” (aerosol) de aceite a 0.5 partes por millón de peso.

GRÁFICO 36: Filtros



Fuente: Elaboración Propia

El secador pequeño tiene el mismo funcionamiento que el secador principal y se diferencian en que el condensador es filtrado por aire (**ver graf. 37**).

GRÁFICO 37: Secador Pequeño Ingersoll Rand



Fuente: Elaboración Propia

El filtro coalescente está diseñado para remover aerosol de agua, aceite y líquidos de un sistema de aire comprimido. Este tipo de filtro retirará partículas hasta de un tamaño de 0.01 micrón y reducirá el contenido de aerosol de aceite hasta 0.001 partes por millón en peso.

Los filtros de vapor (o también llamado de carbón activado) retiran virtualmente todo vapor, olor o sabor orgánico. Este filtro cuando es usado en unión con los filtros de partícula y coalescente suministrará aire libre de aceite y serán la disposición más apropiada para las aplicaciones más exigentes.

Por último, la línea de aire de arranque llega a un manifold que se encuentra localizado en el panel de control del compresor centrífugo de donde se dividirá hacia el regulador de presión de aire de sellos (presión regulada de 10 psi = 68.9 Kpa) y hacia el regulador de presión de las válvulas de admisión y de Bypass (presión regulada de 65 psi = 448.2 Kpa). Una vez operando el compresor centrífugo y el secador principal, la línea de aire de arranque se convertirá en línea de aire de instrumentación.

AIRE DE CALIDAD TIPO INSTRUMENTACIÓN

Es definido por la instrument society of América como aquella que cumple estos cuatro aspectos:

a) Punto De Rocío A La Presión De Línea

✓ Outdoor Installations

El punto de Rocío deberá estar al menos 18 °C por debajo de la mínima temperatura ambiente local que se registre en el sitio de la planta.

✓ Indoor Installations

El punto de Rocío deberá estar al menos 18 °C por debajo de la mínima temperatura a la cual este expuesta cualquiera parte del sistema de aire de instrumentación en cualquier estación del año. En ningún caso el punto de Rocío a la presión de línea excederá 35 °C.

✓ Tamaño de Partícula

El máximo tamaño de partícula en el flujo de aire será de 3 micrones.

✓ Contenido de Aceite

El máximo contenido de aceite o de hidrocarburos estará tan cerca de 0 ppm en peso o volumen y bajo ninguna circunstancia excederá 1 ppm en peso o volumen.

✓ **Contaminantes**

El aire de instrumentación estará libre de todo contaminante corrosivo así como de gases inflamables o tóxicos.

b) Temperatura De Punto De Roció: Es la temperatura a la cual el vapor de agua empieza a condensarse a la presión del sistema de aire comprimido.

4.6. PROPUESTA DE DISEÑO DE EQUIPOS DEL SISTEMA PROPUESTO

Los datos iniciales que el cliente proporcione para la selección de los equipos de la planta de Aire comprimido fueron:

TABLA 16: Datos Para Selección De Equipos

Número De Telares	80
Consumo De Aire	57 scfm (97 m3/h standard)
Presión De Operación	90-100 psi (telares) (620,5 – 689,5 Kpa)
Temperatura De Ambiente	83 F (28 C)
Temperatura Del Agua:	75 F (24 C)
Presión Atmosférica:	14.7 psi (101,3 Kpa)
Humedad Relativa	95%
Calidad Del Aire	Seco y exento de aceite
Voltaje Disponible	440 V trifásico
Frecuencia	60 Hz
Localidad	Pisco

Fuente: Elaboración Propia

El flujo total de aire será:

$$57 \text{ scfm/telar} * 80 \text{ telares} = 4560 \text{ scfm}$$

Ha este valor se tiene que agregar 14 scfm por consumo de Aire de sellos e instrumentación del compresor:

$$4560 \text{ scfm} + 14 \text{ scfm} = 4574 \text{ scfm}$$

Considerando un 2 % adicional por fugas se tendrá:

$$4574 \text{ scfm} * 1.02 = 4665 \text{ scfm} (5961.7 \text{ m}^3/\text{h standard})$$

Para convertir este flujo a condiciones actuales de operación, se usara la siguiente formula:

$$ACFM = SCFM * \{14.7 \text{ psi}/(P1 - Pv)\} * \{(T1 + 460)/520\} \quad (\text{form. 1})$$

Siendo:

P1	Presión en la brida de admisión del compresor considerando una caída de presión de 0.3 psi por efecto de filtro y tubería (Valor máximo permitido por fabrica).	$14.7 - 0.3 = 14.4 \text{ psi}$
Pv	Presión parcial de vapor a la temperatura ambiente T1 (83F) y a la humedad relativa del lugar (95%), siendo la presión de saturación a dicha temperatura 0.55872 psi.	$0.55873 \text{ psi} * 0.95 = 0.53 \text{ psi}$

Fuente: Elaboración Propia

Reemplazando valores en (forma. 1):

$$ACFM = 4665 * \frac{14.7 \text{ psi}}{(14.4 \text{ psi} - 0.53 \text{ psi})} * \frac{(83 + 460)}{520} = 5142 \text{ acfm} (6598.3 \text{ m}^3/\text{h actuales})$$

Este último valor es referencial para chequear con la fábrica la capacidad del compresor a ser seleccionado.

4.6.1. Compresor Centrifugo

Para la selección del compresor centrifugo apropiado, Ingersoll Rand posee un programa de propiedad y uso exclusivo de ellos. Este programa, whimsy, da como resultado una hoja en la que se detalla puntos de la curva presión (psi) Vs. Flujo (acfm) y datos de operación (carga térmica, flujo de agua de enfriamiento, incrementos de temperatura, etc.).

Como resumen de dicha tabla se tienen los siguientes datos:

TABLA 17: Datos De Compresor Centrifugo CENTAC A Implementar

MODELO	2CV38M3
R.P.M Bullgear	3575
Punto De Diseño	5142 acfm @ 120,771 psi @ 789,81 bhp (6602 m3 / h actual @832,7 kpa abs @590 KW)
Potencia Especifica	20,36 bhp por cada 100 acfm
Mínimo Estrangulamiento	2961 acfm (5040,7 m3/h actuales
Potencia Mínima Motor	888 hp (663,4 KW)

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 18: Flujo De Agua De Enfriamiento

Enfriamiento De Aceite	25,10 gpm (1,58 l/s)
Enfriador 1ra Etapa	67,22 gpm (4,24 l/s)
Enfriador 2da Etapa	59,54 gpm (3,76 l/s)
Post-Enfriador	47,96 gpm (3,02 l/s)
Total Todos Los Enfriadores	199,82 gpm (12,60 l/s)
Temperatura Salida Aire	90 F (32 C)

Fuente: Elaboración Propia

Siendo las características técnicas del compresor centrifugo **2CV38M3:**

- ✓ Unidad compresora de 3 etapas
- ✓ Motor eléctrico ODP de 800 hp (597,7 KW), 460 V, trifásico, 3575 r.p.m.
1.15 SF
- ✓ Arrancador remoto Estrella triangulo NEMA 1
- ✓ Filtro de admisión tipo panel de 2 etapas, 2 micrón

- ✓ Válvula de admisión con alabes direccionales IGV
- ✓ Sirena de alarma
- ✓ Alarma por filtro de aire sucio
- ✓ Parada por baja presión de aire de sellos
- ✓ Filtro electrónico RFI
- ✓ Monitor de fase para la alimentación trifásica del panel de control
- ✓ Silenciador para línea de Bypass
- ✓ Sensores de vibración, temperatura y presión para las etapas
- ✓ Sensores de temperatura para el estator del motor eléctrico de 800 hp (597,7 KW).
- ✓ Parada por alta temperatura de aire en cada etapa
- ✓ Parada por alta vibración
- ✓ Conexión entrada 8" bridada
- ✓ Conexión salida 4" bridada
- ✓ Conexión Bypass 3" bridada
- ✓ Conexión agua 4" bridada
- ✓ Conexión 1 A ½" NPT
- ✓ Conexión CA ½" NPT
- ✓ Presión agua entrada 30 a 50 psi (206,8 – 344,7 kpa)
- ✓ L * W * H 3,70 * 1,80 * 1,80m.(dimensiones externas)
- ✓ Peso total 7484 kg
- ✓ Dimensión base de apoyo 1143 * 1295 mm

4.6.2. Secador Principal

Para la selección del secador se extraen los siguientes datos del compresor centrífugo ya seleccionado:

TABLA 19: Datos De Secador Principal A Implementar

Flujo De Aire	3504 scfm = 5965 m3/h standard
	(Flujo recalculado por Forma 1)
Presión	106 psi = 730,8 Kpa
Temperatura Ingreso Aire	90 °F (32 C)

Fuente: Elaboración Propia

Siendo Las Características Técnicas Del Secador Principal **F325**:

- ✓ Capacidad 3250 scfm (5532,7 m³/h standard)
- ✓ Rating conditions 100 psig (689,5 kpa), 100 F (38C), 100% HR
- ✓ Condensador Enfriado por agua (conexiones 1 ½ NPT)
- ✓ Potencia compresor 15 hp (11,21 KW)
- ✓ Tipo compresor hermético
- ✓ Potencia necesaria 13.2 kw
- ✓ Caída de presión 5 psi (34,5 kpa)
- ✓ Conexiones 6" bridada (entrada y salida)
- ✓ L * W * H 236 * 124 * 180 cm
- ✓ Peso 1680 kg
- ✓ Display digital de temperaturas (admisión de aire, admisión de agua, succión y descarga de refrigerante)
- ✓ Manómetros de entrada y salida de aire
- ✓ Separador centrifugo de condensado
- ✓ 2 válvulas electrónicas de drenaje
- ✓ Filtro de refrigerante
- ✓ Válvula de expansión termostática
- ✓ 2 válvulas de Bypass de gas caliente
- ✓ Protección de sobrecarga del compresor de refrigerante
- ✓ Corte por baja presión de succión de refrigerante
- ✓ Corte por alta presión de descarga de refrigerante
- ✓ Calentador de aceite del cárter
- ✓ Refrigerante R-22

4.6.3. Sistema De Aire De Arranque

Para la selección de los componentes del sistema de arranque se tienen los siguientes datos (proporcionados por el fabricante)

TABLA 20: Datos De Sistema De Arranque

Capacidad	14 scfm (23,8 m ³ /h standard)
Presión Máxima	100 psi (689,5 kpa)
Presión Mínima	80 psig ¹ (551,6 kpa)

Fuente: Elaboración Propia

$$ACFM = 14 \text{ scfm} * \frac{14.7 \text{ psi}}{(14.4 \text{ psi} - 0.53 \text{ psi})} * \frac{(83 + 460)}{520} = 15.4 \text{ acfm (27.2 m}^3\text{/h actuales)}$$

Recuérdese en este momento que la presión regulada de las válvulas del compresor centrífugo es de 65 psi, si a esto se le suma las pérdidas en los filtros coalescentes, partícula y vapor (total 6 psi) más lo correspondiente a la secadora 5 psi y a la tubería 2 psi se tendrá la presión mínima aceptable que será:

$$PSI = 65 \text{ psi} + 6 \text{ psi} + 5 \text{ psi} + 2 \text{ psi} = 78 \text{ psi}$$

Se elige 80 psi para una rápida respuesta al requerimiento de aire de arranque.

Con estos valores se selecciona el compresor pequeño 5T2NLD5. Cuyas características técnicas son:

- ✓ Capacidad 100 psi 18,5 acfm (689,5 kpa @ 31,5 m³/h actuales)
- ✓ Capacidad 125 psi 18,0 acfm (861,8 kpa @ 30,6 m³/h actuales)
- ✓ L * W * H 168 * 64 * 135 cm
- ✓ Peso 363 kg
- ✓ Tanque horizontal 303 litros
- ✓ Motor eléctrico 5 hp (3,74 KW), 440 V, 60 Hz
- ✓ Presiones de seteo 80 psi ON, 100 psi OFF (551,6 kpa ON, 689,5 kpa OFF)
- ✓ Arrancador incorporado
- ✓ Cilindros y cárter fabricados de fierro fundido
- ✓ Anillos de pistón fabricados de teflón
- ✓ Pieza distanciadora mantiene el aceite del carácter fuera del alcance del cilindro
- ✓ Bielas de una sola pieza, no hay pernos en sus extremos
- ✓ Válvulas de acero inoxidable
- ✓ Inter-enfriador aleteado.

Para el secador pequeño se tendrá que afectar la capacidad de 14 scfm (23,8 m³/h standard) por el factor de presión / temperatura según la tabla II.4, considerando para esto una presión y temperatura de ingreso del aire al secador de 80 psi (551,6 kpa) y 100 F (38 C) respectivamente, con lo que el factor es 0,89. Si se considera una temperatura ambiente de 110 °F

(43 °C) se tiene un factor adicional de corrección 0.88 (téngase en cuenta que se utiliza para el punto de rocío la clase H cuyo factor es 1.0 para el rango de 33 – 39 °F (1 – 4 °C)):

$$14 \text{ scfm} / 0.89 / 0.88 = 18 \text{ scfm (30.6 m}^3\text{/h standard)}$$

Con estos valores se selecciona el secador pequeño **DXR25**. Cuyas características técnicas son:

- ✓ Capacidad 25 scfm (42.6 m³/h standard)
- ✓ Rating conditions 100 psi (689.5 kpa), 100 °F (38 °C), 100% HR
- ✓ Condensador enfriado por aire
- ✓ Potencia compresor 1/5 hp (0.15 KW)
- ✓ Tipo de compresor hermético
- ✓ Potencia necesaria 0.41 KW
- ✓ Caída de presión 5 psi (34.5 kpa)
- ✓ Conexiones 1/2" NTP (entrada y salida)
- ✓ L * W * H 50.8 * 45.0 * 44.0 cm
- ✓ Peso 37 Kg
- ✓ Separador centrifugo de condensado
- ✓ 1 válvula electrónica de drenaje
- ✓ Filtro de refrigerante
- ✓ Válvula de expansión termostática
- ✓ Protección de sobrecarga del compresor de refrigerante
- ✓ Corte por baja de presión de sucesión de refrigerante
- ✓ Corte por alta de presión de descarga de refrigerante
- ✓ Calentador de aceite del cárter
- ✓ Refrigerante R – 134 A

Usando el flujo de 18 scfm (30.6 m³/h standard), valor hallado y usado en la selección del secador pequeño para una presión y temperatura correspondiente a Rating conditions de 100 psi (689.5 kpa) y 100 °F (38 °C) respectivamente y según estos valores se hace la selección de los siguientes filtros:

TABLA 21: Selección De Filtros

Filtro Coalescente	IR27CHE
Caída De Presión	3 Psi (20.7 Kpa)
Filtro De Partícula	IR20PC
Caída De Presión	2 Psi (13.8 Kpa)
Filtro Carbón Activado	IR27AC
Presión Mínima	1 Psi (6.9 Kpa)

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 22: Costos De Equipos Seleccionados Compresor Centrifugo **CENTAC** Ingersoll - Rand

ITEM	CANT	DESCRIPCIÓN	PRECIO US DOLLAR	TOTAL US DOLLAR
1	1	Compresor Centrifugo Modelo 2CV38M3	215 212.00	215 212.00
2	1	Secador Principal Tipo Refrigerado Modelo F325	31 815.00	31 815.00
3	1	Compresor Pequeño Para Sistema De Arranque Modelo 5T2NLD5	6 724.00	6 724.00
4	1	Secador Pequeño Tipo Refrigerado Para Sistema De Arranque M. DXR25	1 175.00	1 175.00
5	1	Filtro Coalescente IR27CHE	198.00	198.00
6	1	Filtro De Partícula IR20PC	160.00	160.00
7	1	Filtro De Carbón Activado IR27AC	264.00	264.00
TOTAL				255 548.00

Fuente: Elaboración Propia

4.7. FUNDAMENTO DE MONTAJE DEL SISTEMA PROPUESTO

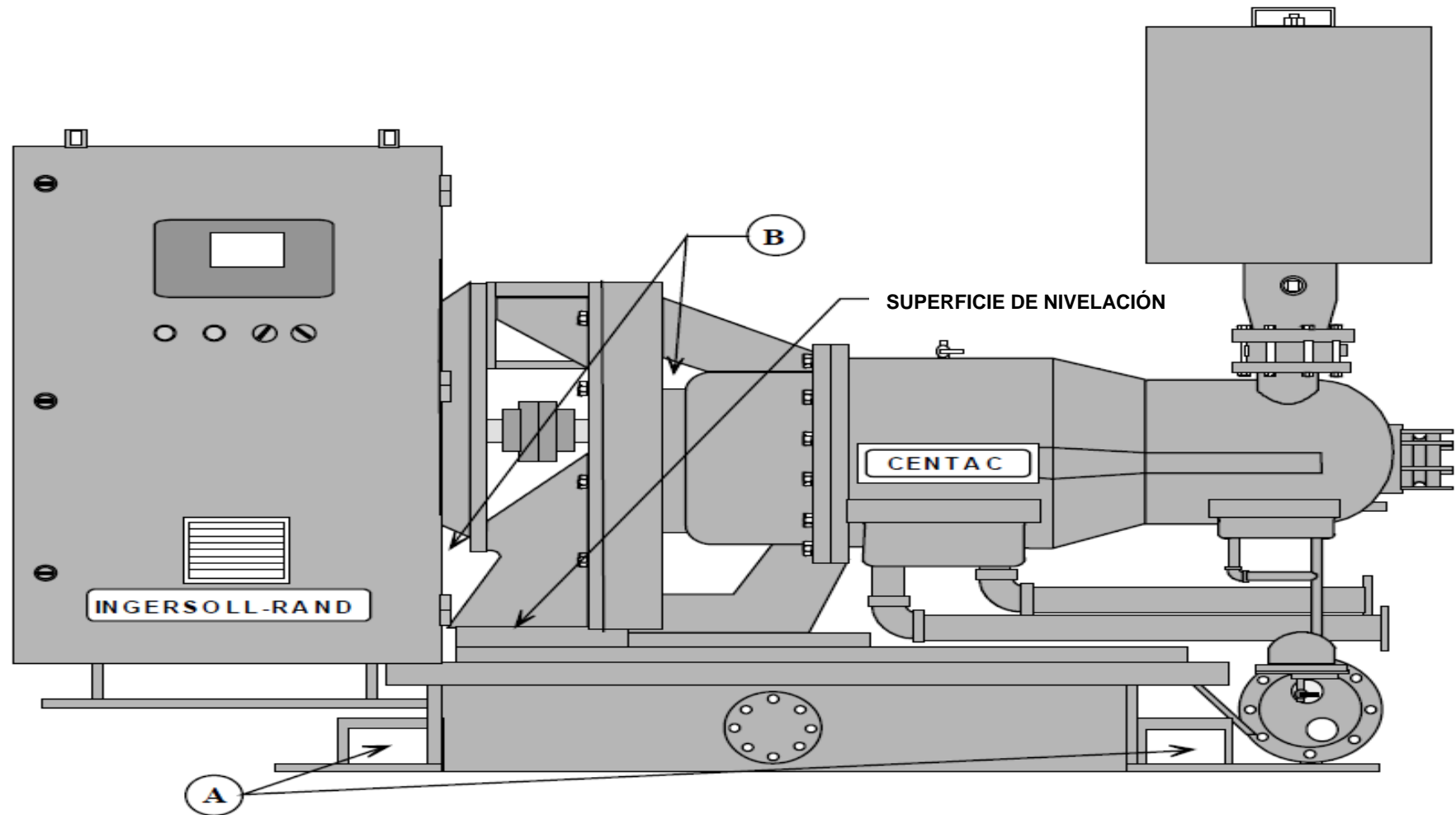
Tanto el compresor centrífugo como el tablero de arranque, el secador y el sistema de arranque deben de ser inspeccionados mientras estén todavía en los camiones. Esta inspección incluye para el caso del compresor centrífugo lo siguiente:

- a) Los sensores de vibración RTDs (sensores de temperatura), posicionadores de válvulas y sus actuadores, sensores de presión y otros que pudieron haber sido dañados durante el embarque.
- b) Todo instrumento con cubierta plástica o de vidrio debe de estar intactos.
- c) Asegurarse de que las piezas enviadas “sueltas” estén conformes (pernos de acoplamiento, tapones, filtros de línea, switches de presión y temperatura, filtros de aire y aceite, etc.).
- d) La pintura debe de estar intacta sin trazas de corrosión u otro deterioro visible.
- e) Comparar los documentos de embarque con el material recibido.
- f) Cerciorarse que los dispositivos de enclave (fijación) para transporte estén en sus posiciones correctas.

Se debe de tener mucho cuidado al momento de la descarga de las unidades de los camiones y así evitar daños a los componentes. En el caso del compresor centrífugo se tienen aberturas en la base del mismo para introducir las uñas del montacargas. **(Ver gráf. Nº 38)** como punto **A**. También se muestra en la misma figura otro método para izar el compresor centrífugo (punto **B**). Este último método se usa con cables de acero protegiéndolos con “Tacos” de madera y pedazos de cámara de llanta a fin de evitar daños a la pintura y a la fundición (cortes, rasguños, aplastamientos, etc.).

Con relación al secador se debe de tener cuidado con sus tubos de cobre durante el izaje, debido a que estos están llenos con Freón – 22. El personal de maniobras de izaje debe de actuar con la aprobación del distribuidor (Pipe Service International), tanto para el compresor centrífugo como para el secador. Los mismos cuidados se aplican a los componentes del sistema de arranque (compresor no lubricado y secador pequeño).

GRÁFICO 38: Descarga De Compresor Centrifugo **CENTAC** Ingersoll Rand



Fuente: Elaboración Propia

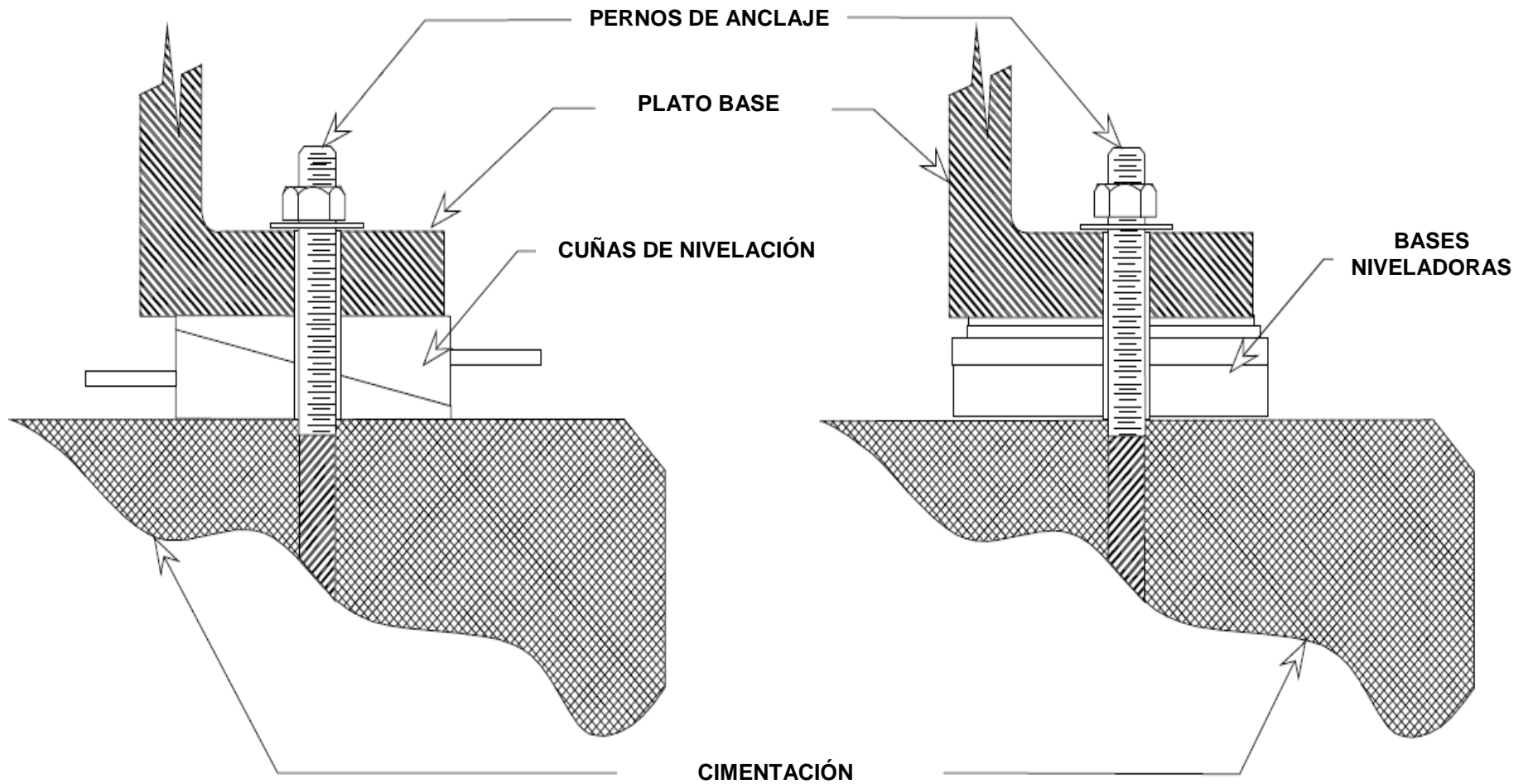
4.7.1. Compresor Centrifugo

A. Cimentación

El cliente asume total responsabilidad con relación a una adecuada cimentación. Esta no es necesaria se masiva pero debe de ser capaz de soportar el peso de la unidad. El fabricante Ingersoll Rand asegura que no hay fuerzas desbalanceadas en el compresor centrífugo CENTAC como aquellas encontradas en un compresor recíprocante.

(Ver gráf. Nº 39)

GRÁFICO 39: Cimentación De Compresor Centrífugo CENTAC Ingersoll Rand



Fuente: Elaboración Propia

La base de concreto esta nivelada y plana como para que la plancha – base del compresor este en pleno contacto con aquella.

Se utiliza para la cimentación cemento, arena, y piedra en la proporción 1:2:4, así como fierro corrugado de $\frac{3}{4}$ " y se ha confeccionado 4 pernos de anclaje de $\frac{3}{4}$ " NC para el anclaje del compresor (**Ver gráf. N° 40**).

La cimentación ha sido construida con las siguientes características:

- ✓ Peso del compresor centrifugo 7484 Kg
- ✓ Área de la cimentación 1.60 m * 1.60 m
- ✓ Altura de la cimentación 1.60 m*1.60 m*1.3 m*2400
m³ Kg/m³ = 7987 Kg
- ✓ Peso 14 varillas de fierro corrugado de $\frac{3}{4}$ " 13.5 kg/var * 14 var =
189 kg
- ✓ Peso del aceite 190 kg
- ✓ Resistencia del terreno 1.5 kg/cm²
- ✓ Presión sobre el terreno $(7484+7987+189+190)/(1.6^2)= 6191$ kg
m² ≈ 0.62 kg/cm²
- ✓ **Costo de la cimentación US\$ 1 052.00**

B. Nivelación

Es importante tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Si no está nivelada longitudinalmente, la varga sobre los cojinetes de empuje durante el arranque o parada ocasionara un desgaste prematuro de los mismos.

- b) La función de los puntos altos de venteo así como los drenajes de lubricación pueden verse afectada.

Las especificaciones para nivelación de compresores centrífugos del modelo cv2 es de 0.0 a 0.1 pulg/pie (0 – 8mm/m).

La nivelación se utiliza usando un nivel de precisión del tipo de maquinista colocándolo sobre la superficie maquinada que se señala **(Ver gráf. N° 38)**.

Las lecturas con el nivel fueron los siguientes:

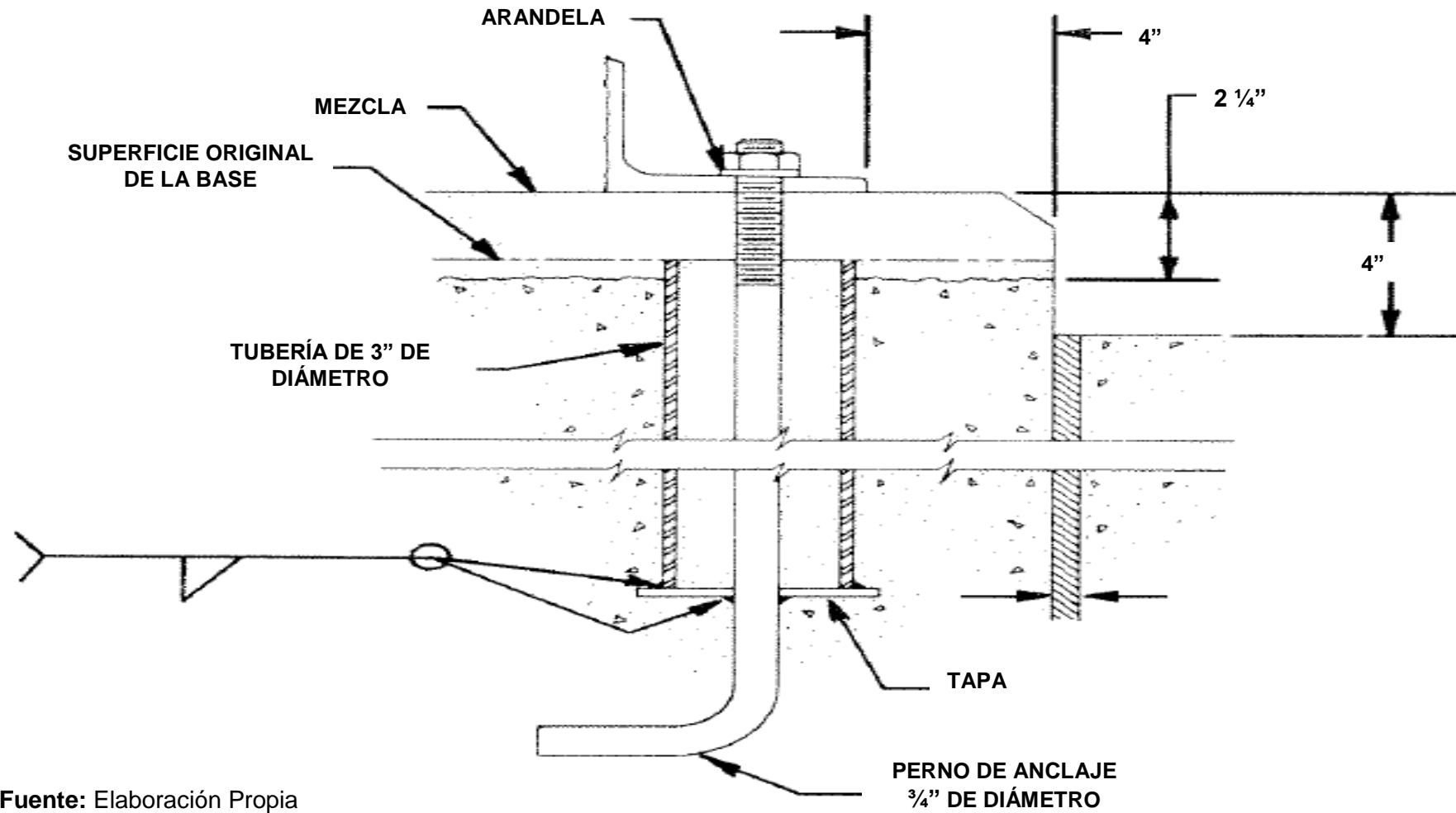
- | | |
|----------------------------------|---|
| ✓ A lo largo del eje del motor | 0.010 pulg/15pulg
0.008 pulg/pie (0.67 mm/m) |
| ✓ Perpendicular al eje del motor | 0.005 pulg/15pulg
0.004 pulg/pie (0.33 mm/m) |

C. Grouting

El fabricante especifica que para los compresores centrífugos con motores montados sobre bridas, como es el caso de los modelos CV2, el **Grouting** no es necesario siempre y cuando la unidad se encuentre en pleno contacto con la base de concreto y este dentro de los límites de nivelación, lo cual se cumple es la presente instalación.

Grouting (Ver gráf. N° 40).

GRÁFICO 40: Descarga De Compresor Centrífugo CENTAC Ingersoll Rand



Fuente: Elaboración Propia

D. Tuberías

Las tuberías de descarga, admisión, bypass, agua de enfriamiento y otras conectadas al compresor centrífugo están soportadas de tal modo que no ejercen fuerzas sobre la unidad y están completamente limpias por su interior.

El alineamiento de las tuberías con las bridas en el compresor es esencial. En el sentido práctico, si cualquier tubería necesita ser palanqueada o empujada para que entre en posición con las brida del compresor, habrá un esfuerzo excesivo sobre la tubería. También se debe de dejar una provisión entre brida y brida para instalar el empaque.

Toda tubería conectada al compresor centrífugo tiene en consideración el factor mantenimiento. Esto significa que hay secciones bridadas o uniones los cuales brindan una gran facilidad a la hora del desensamblaje.

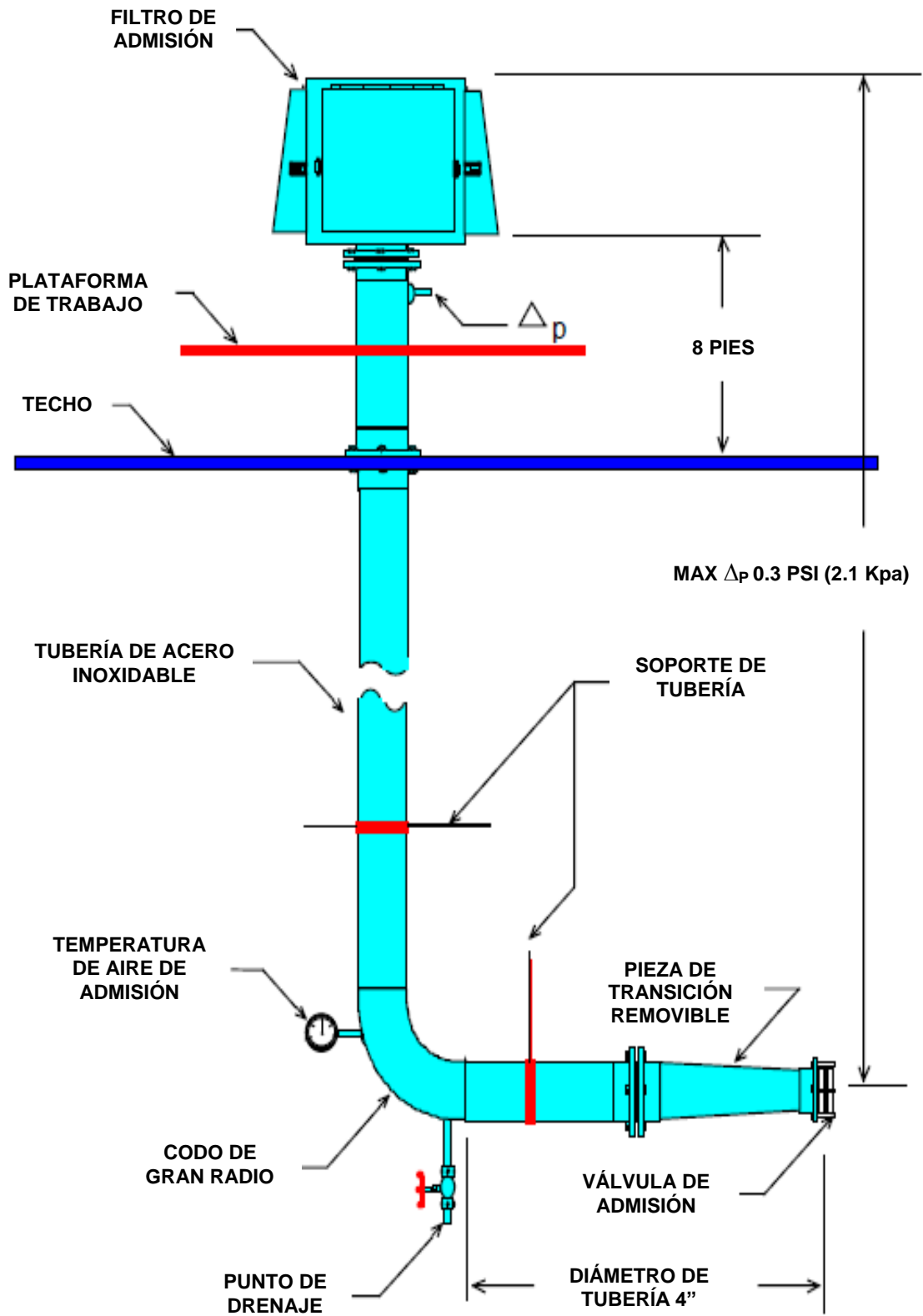
E. Filtro Y Tubería De Admisión

El filtro de admisión se le ha ubicado de tal modo que se evite la ingestión de gases de escape, vapores de la torre de enfriamiento y otras similares. Pequeñas cantidades de gases formadas de ácido, tal como el SO₂, son magnificados en el compresor causando grandes daños. **(Ver gráf. Nº 41).**

La caída de presión a lo largo del filtro y la tubería no excederá 0.3 psi (2.1 kpa u 8.25 pulg/H₂O).

Se ha provisto soportes adecuados para prevenir el exceso de esfuerzos en las bridas del compresor.

GRÁFICO 41: Tubería De Admisión



Fuente: Elaboración Propia

La tubería (ducto), codos y reducción has sido fabricados de plancha de acero inoxidable ASTM204 tipo 306 de $\frac{1}{16}$ " de espesor, mediante proceso de rolado y soldadura. La tubería esta aproximadamente seccionada a fin de realizar un buen mantenimiento a la unidad. El diámetro de la tubería es el mismo que tiene el filtro de aire, es decir 14 pulg. Un termómetro y un vacuometro se han instalado en la admisión.

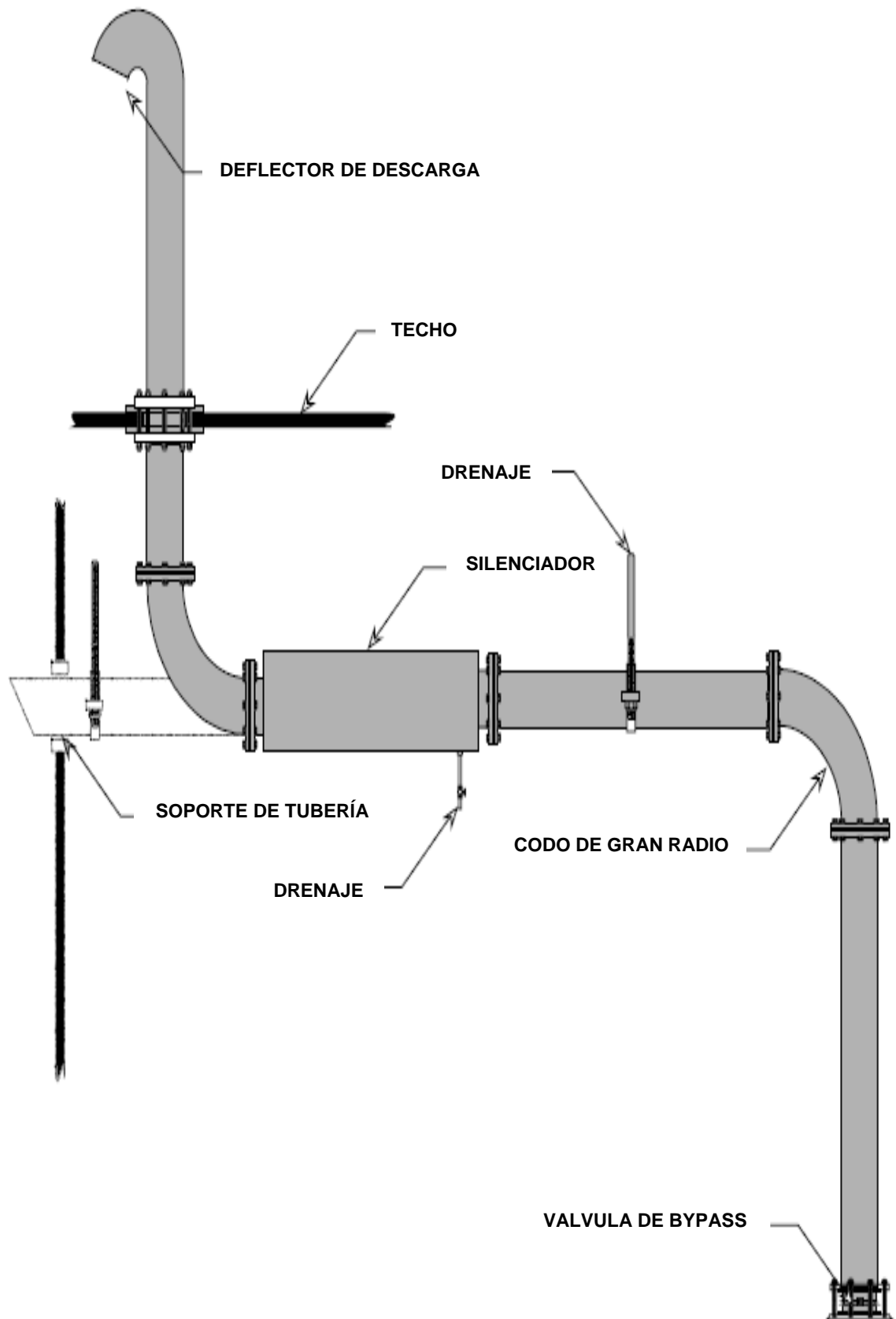
Para la fabricación de la tubería de admisión se ha requerido de los siguientes materiales

- ✓ Ducto de admisión 14" 8.10 m
- ✓ Codos 14" 3 unidades
- ✓ Reducción 14" a 8" 1 unidad
- ✓ Bridas 14" 17 unidades
- ✓ Bridas 8" 1 unidad
- ✓ Escalera, techo y piso para acceso a filtro
- ✓ Instrumentos
- ✓ Anclajes, soportes y sujetadores, mas instalación
- ✓ **Costo De Sistema De Admisión US\$ 4 128.00**

F. Tubería Bypass

Esta tubería se hace cargo del flujo de aire del compresor cuando este está operando en vacío o por debajo del punto mínimo de estrangulamiento de la válvula de admisión. **(Ver gráf. Nº 42).**

GRÁFICO 42: Tubería De Bypass



Fuente: Elaboración Propia

Tal como en la tubería de admisión, cualquier esfuerzo inducido por la tubería en el compresor debe ser evitado. La tubería de bypass esta apropiadamente soportada. Debido a que el lugar tiene una tendencia a la acumulación de polvo y materiales sueltos, el aire que se descarga del bypass hacia la atmosfera no está cerca de la admisión. Evitándose de este modo la ingestión de suciedad, polvo y materiales desprendidos.

Para la fabricación se requerido de los siguientes materiales:

- ✓ Tubería de 3" Schedule 11.0 m
- ✓ Codos 3" 3 unidades
- ✓ Bridas 3" 16 unidades
- ✓ Tubería de 6" 1.50 m
- ✓ Codos 6" 1 unidad
- ✓ Bridas 6" 3 unidades
- ✓ Anclajes, soportes, sujetadores y drenaje más instalación
- ✓ **Costo De Sistema De Admisión US\$ 1 716.00**

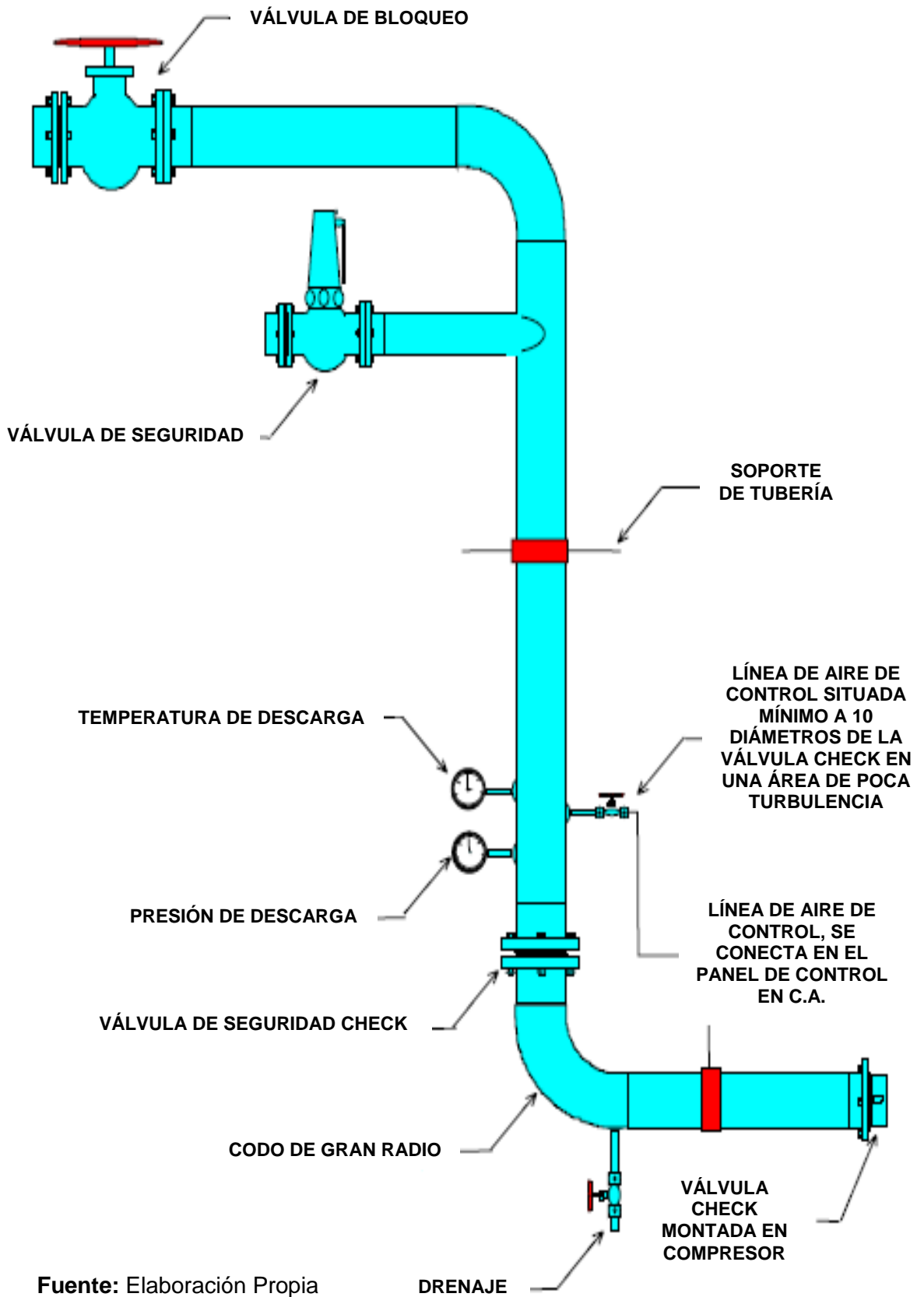
G. Tubería De Descarga

Una válvula de bloqueo se ha instalado en la línea de descarga para prevenir el flujo de retorno hacia el compresor en el caso de que la válvula check falle así como para facilitar cualquier reparación del compresor. El **(gráf. N° 43)** ilustra los requisitos generales para la tubería de descarga. Una válvula de seguridad se ha instalado entre la válvula check y la de bloqueo para prevenir la sobre presurización del sistema de descarga.

Para la fabricación se ha requerido de los siguientes materiales:

- ✓ Tubería de \varnothing 6" Schedule 35 m
- ✓ Tees \varnothing 6" 3 unidades
- ✓ Codos \varnothing 6" 7 unidades
- ✓ Válvula de compuerta \varnothing 6" 4 unidades
- ✓ Bridas \varnothing 6" 42 unidades
- ✓ válvula de alivio \varnothing 6" a \varnothing 4" 1 unidad
- ✓ Costo De Sistema De Admisión US\$ 10 950.00

GRÁFICO 43: Tubería De Descarga



Fuente: Elaboración Propia

H. Tubería De Aire De Control

El punto de toma de señal de aire de control se ha localizado a 10 diámetros aguas debajo de la válvula check y es de acero inoxidable de $\frac{3}{4}$ " de diámetro. También se le ha provisto de puntos de drenaje. El costo de esta tubería está incluido en el párrafo correspondiente a sistema de aire de arranque.

I. Agua De Enfriamiento

La calidad del agua es responsabilidad del cliente. El agua debe de ser tratada y filtrada de tal modo que no esté en los rangos siguientes:

- ✓ Dureza total expresada como CaCO_3 deberá ser menor a 100 ppm
- ✓ El pH deberá estar entre 6.0 y 8.0.
- ✓ Los sólidos en suspensión no deberán exceder 50 ppm.

Una válvula de estrangulamiento se ha instalado en la descarga del agua, esto ayuda a controlar la temperatura. **(Ver gráf. Nº 44).**

Se ha provisto de las tuberías de entrada y salida de agua, válvulas para conectar un equipo de limpieza química.

Las líneas de venteo de los enfriadores de aire es del tipo Nylon Tubing de $\frac{1}{8}$ " y sus extremos son visibles y desembocan a una canaleta donde se puede apreciar la evacuación de aire atrapado en el sistema de enfriamiento.

Con la finalidad de asegurar flujo y temperatura de ingreso de agua tanto al compresor centrífugo como al secador principal, el cliente mando a fabricar e instalar una torre de enfriamiento, basándose en los siguientes datos:

- | | |
|-------------------------------|--|
| ✓ Flujo de agua CENTAC | 199.82 gpm = 12.6 l/s |
| ✓ Flujo de agua secador | 32.00 gpm = 2.02 l/s (dato de fábrica) |
| ✓ Total de flujo de agua | 231.82 gpm = 14.62 l/s |
| ✓ Presión | 50 psi (344.7 kpa) |

- ✓ Calor rechazado por el compresor 2 297 btu/h = 673 KW
- ✓ Calor rechazado por el secador 200 000 btu/h = 58.6 (dato de fabricante)
- ✓ Total de carga térmica 2 497 000 btu/h 731.6 kW
- ✓ Temperatura de agua de ingreso a la torre de enf. 100 °F (38 °C)
- ✓ Humedad relativa 95%
- ✓ Dos bombas de agua con motor TEFC, 01 ventilador con motor TEFC, sistema de tratamiento químico (precipitador de sólidos, bactericidas y alguicidas).
- ✓ Cimentación, anclajes y soportes para bombas y tuberías más instalación
- ✓ **Precio de la torre de enfriamiento US\$ 19 652.00**

Para la instalación de la tubería de agua de enfriamiento se ha requerido de los siguientes materiales:

- ✓ Tubería de \varnothing 4" Schedule 80 30 m
- ✓ Codos \varnothing 4" 6 unidades
- ✓ Tees \varnothing 4" 2 unidades
- ✓ Válvula de compuerta \varnothing 4" 2 unidades
- ✓ Tubería \varnothing 1 1/2" (secador) 9.0 m
- ✓ Codo \varnothing 1 1/2 " 4 unidades
- ✓ Reducción \varnothing 4" a 1 1/2 " 2 unidades
- ✓ Válvula de compuerta \varnothing 1 1/2" 2 unidades
- ✓ Anclajes y soportes, termómetros y manómetros más instalación
- ✓ **Costo de tubería de agua de enfriamiento US\$ 4 364.00**

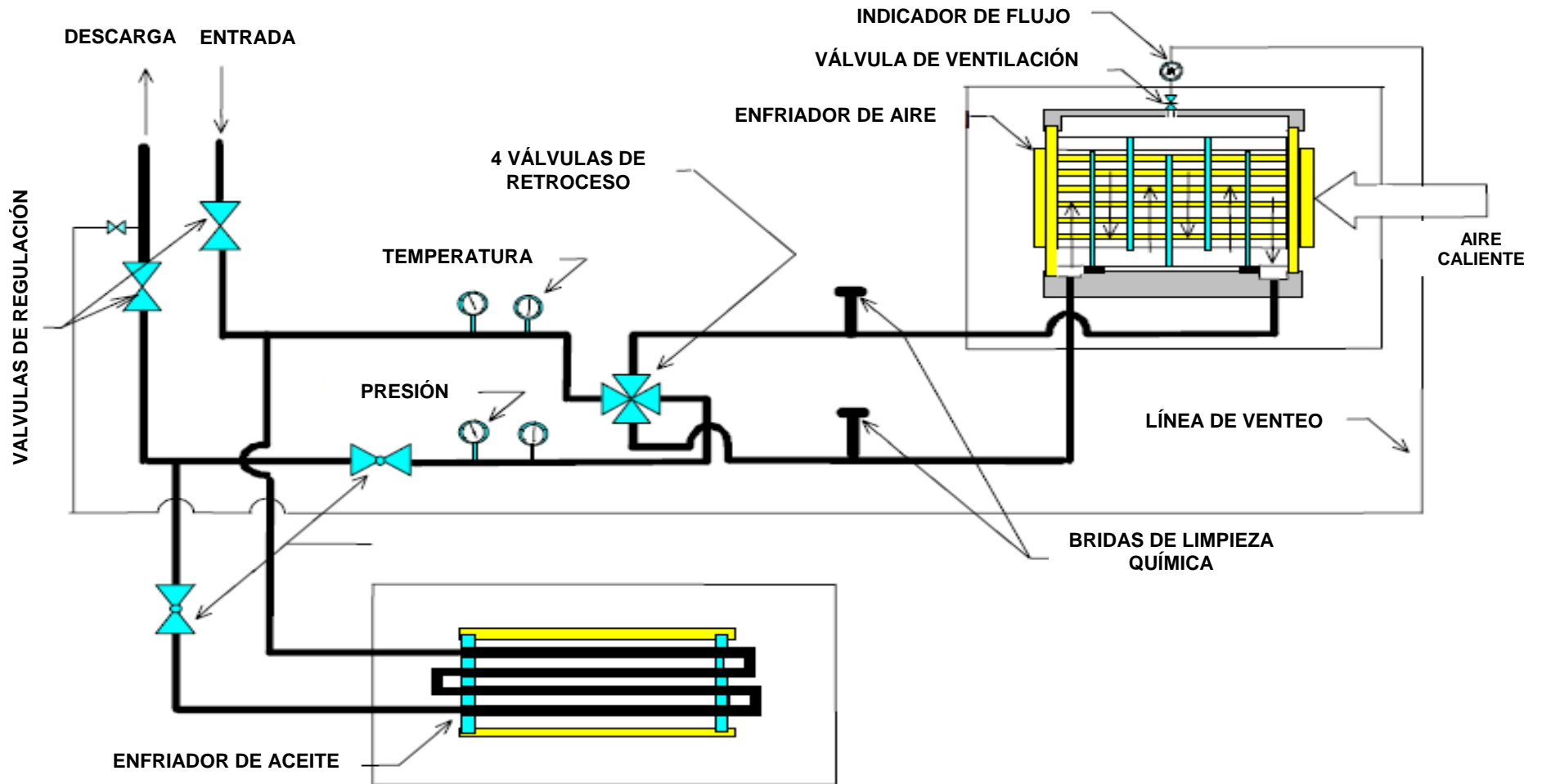
J. Drenajes

El aire que entra a las etapas de compresión lleva consigo cierta cantidad de vapor de agua. Este vapor se condensa al pasar por los enfriadores de cada etapa y es evacuada al exterior por un sistema de drenaje tal como se puede **(Ver gráf. N° 45)**.

Los nipples conectados a la trampas de condensado no llega más abajo que el nivel de agua acumulado en la bandeja, esto con el fin de que el agua no sea absorbido por un posible vacío durante el proceso de arranque o cuando este esté trabajando en vacío.

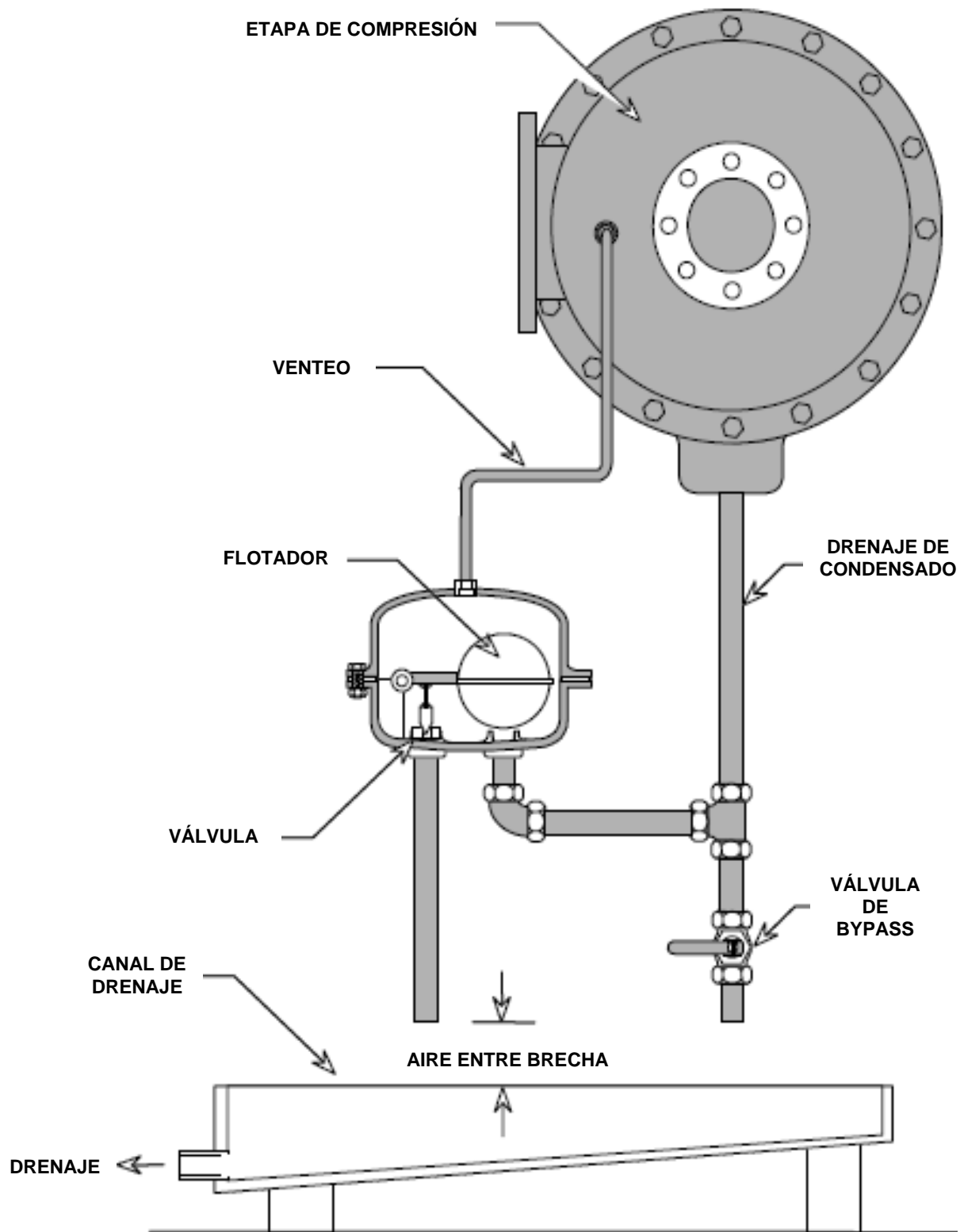
El costo del sistema de venteo y drenaje está considerado en el correspondiente a agua de enfriamiento.

GRÁFICO 44: Sistema De Agua De Enfriamiento Y Retrolavado De Compresor



Fuente: Elaboración Propia

GRAFICO 45: Drenaje De Condensados



Fuente: Elaboración Propia

K. Conexiones Eléctricas

El cliente ha aprovechado la instalación eléctrica antigua (transformador, breakers, pozos de tierra, etc.), que correspondía al sistema de los cinco compresores de Tornillo SSR. **(Ver gráf. Nº 46).**

4.7.2. Secador De Aire Principal

El secador principal está localizado bajo techo y el bastidor esta nivelado y anclado al piso. Debido a que la presión que ejerce este equipo sobre el terreno es poca y se ha construido una losa para que lo soporte. Esta losa también soportara a los demás equipos del sistema de arranque.

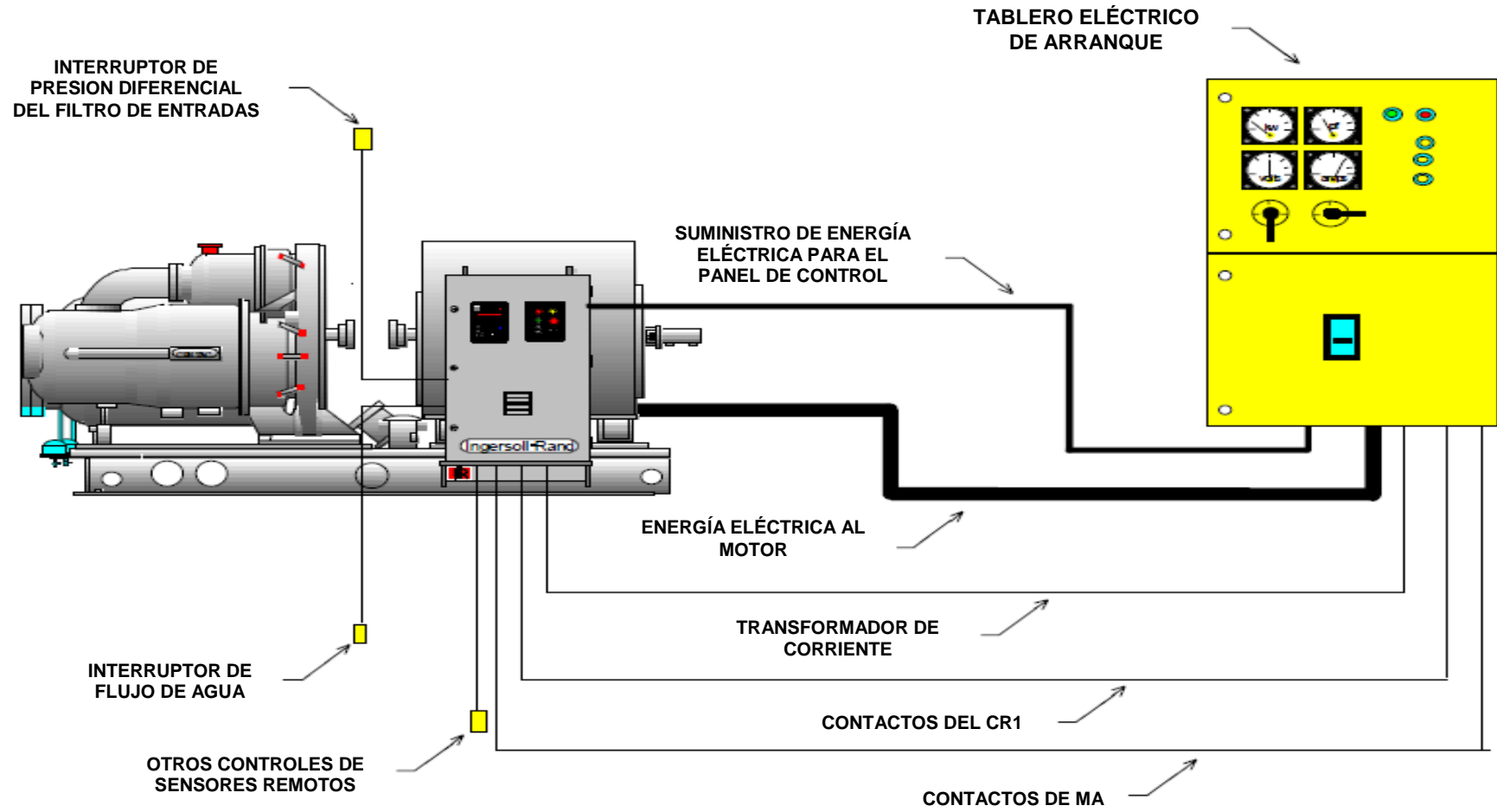
El secador está ubicado aguas abajo del post – enfriador del compresor centrífugo. Para facilidad del mantenimiento se le han instalado válvulas de bloqueo a la entrada y a la salida, estas permiten aislar y posteriormente despresurizar el secado. Además se le ha instalado una tubería de bypass para un flujo de aire ininterrumpido cuando este en mantenimiento.

Las tuberías de aire comprimido (entrada y salida del secador) están debidamente soportadas y no ejercen ninguna fuerza o momento sobre la unidad. Lo mismo se puede decir de las tuberías de agua de enfriamiento para el condensador.

Las obras civiles comprendieron:

- ✓ Losa de concreto 14 * 8 * 0.2 m
- ✓ Habilitación de canaletas para drenaje de condensado, así como para conductos de cables eléctricos de los motores eléctricos y panel de control.
- ✓ Habilitación de paredes, ventanas e iluminación
- ✓ Costo de obras civiles **US\$ 2 927.00**

GRÁFICO 46: Conexiones Eléctricas



Fuente: Elaboración Propia

4.7.3. Sistema De Aire De Arranque

Este sistema provee aire de presión del tipo instrumentación a los actuadores y posicionadores de las válvulas así como a los sellos de carbón. En términos generales, el aire de instrumentación se puede definir como limpio, seco y libre de aceite.

La línea de aire de instrumentación es de acero inoxidable de $\frac{3}{4}$ " de diámetro y en su recorrido desde el compresor pequeño hacia el panel de control se le ha conectado el secador pequeño, y filtros.

Tanto en compresor pequeño como el secador pequeño y filtros tienen línea de bypass para cuando se efectúe el mantenimiento de los mismos. Estas líneas están dotadas de válvulas de bola para realizar dicho proceso.

Para la instalación de la tubería de aire de instrumentación (arranque), así como la de control se ha requerido de los siguientes materiales:

✓ Tubería de $\varnothing \frac{3}{4}$ " acero inox. 304	30.0 m
✓ Codos $\varnothing \frac{3}{4}$ " acero inox.	12 unidades
✓ Válvula check $\frac{3}{4}$ " acero inox.	1 unidades
✓ Tees $\varnothing \frac{3}{4}$ " acero inox.	8 unidades
✓ Válvula de bola $\frac{3}{4}$ " acero inox.	12 unidades
✓ Unión universal $\varnothing \frac{3}{4}$ " acero inox.	12 unidades
✓ Acoples $\varnothing \frac{3}{4}$ " acero inox.	12 unidades
✓ Cimentación, anclajes y soportes para compresor y secador pequeño, filtros y tuberías más instalaciones.	
✓ Costo de sistema de aire de arranque	US\$ 1 795.00

TABLA 23: Costos Por Obras Civiles

ITEM	DESCRIPCIÓN	PRECIO US DOLLAR	TOTAL US DOLLAR
1	Cimentación de Compresor CENTAC	1 052.00	1 052.00
2	Obras Civiles	2 927.00	2 927.00
TOTAL DE OBRAS CIVILES			3 979.00

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 24: Costos Por instalación de Tuberías

ITEM	DESCRIPCIÓN	PRECIO US DOLLAR	TOTAL US DOLLAR
1	Sistemas De Admisión	4 128.00	4 128.00
2	Sistemas De Bypass	1 716.00	1 716.00
3	Sistema De Descarga y Drenajes	10 950.00	10 950.00
4	Tubería De Agua De Enfriamiento	4 364.00	4 364.00
5	Sistema De Aire De Arranque Y Control	1 795.00	1 795.00
6	Torre de enfriamiento	19 652.00	19 652.00
TOTAL DE SISTEMAS DE TUBERÍAS			42 605.00

Fuente: Elaboración Propia

4.8. FUNDAMENTO DE PUESTA EN SERVICIO DEL SISTEMA PROPUESTO

La secuencia de puesta en servicio como se explicó y que al final queda plasmada en los formatos de arranque (Anexo I) es como sigue:

- ✓ Primero se pone en marcha el sistema de aire de arranque.
- ✓ En segundo lugar se realiza el protocolo de arranque del compresor centrífugo.
- ✓ Y por último se pone en operación del secador principal.

4.8.1. Sistema De Arranque (Protocolo)

A. Compresor pequeño

- ✓ Aislar el compresor de la línea de aire de instrumentación.
- ✓ Engrasar rodajes del motor eléctrico.
- ✓ Verificar tensión de las fajas.
- ✓ Comprobar que las conexiones eléctricas del motor y arrancador estén correctas.
- ✓ Recuérdese que los motores Baldor de estos compresores vienen para voltaje dual (220 / 440 volts).
- ✓ Instalar los filtros de admisión, previamente extrayendo las bolsitas de disecante.
- ✓ Llenar el cárter de aceite hasta el nivel indicado en la varilla.
- ✓ Probar sentido de giro del motor eléctrico.
- ✓ Realizar arranque total del compresor llevándolo hasta la presión de fuera de línea (presión máxima de 100 psi = 689.5 kpa), punto en el cual el compresor se apagara. Para esto se debe de manipular el tornillo de rango de presostato.
- ✓ Ventear el tanque del compresor con la válvula de purga de condensado para determinar en qué presión arranca nuevamente el compresor, esta presión es la que se denomina en línea (80 psi = 551.6 kpa) y se halla con el tornillo de diferencial del presostato. Rechequear la presión de fuera de línea.
- ✓ Una vez conseguido estos puntos de presión dejar operando el compresor por un lapso de 30 minutos. Apagar el compresor, torquear los pernos de culata y de cilindro.
- ✓ Prender el compresor y mantenerlo prendido por 2 horas más. Torquear nuevamente los pernos de la culata y cilindro.

- ✓ Para apagar el compresor se corta simplemente el suministro de energía eléctrica.

B. Secador Pequeño

- ✓ Aislar el secador pequeño del resto del sistema.
- ✓ Energizar el secador para que el calentador de aceite contenido en el cárter del compresor de refrigerante entre en servicio. Dejar en este modo por 4 horas. Entiéndase por energizar a la acción de tener al secador con energía listo para arrancar.
- ✓ Después de transcurrido el lapso de 4 horas, prender el secador con el SWICH ON.
- ✓ Desconectar la línea de aire que llega al tablero de control del compresor centrífugo, para limpiar toda la tubería con el procedimiento que sigue a continuación.
- ✓ Prender el compresor pequeño y mantener en el tanque una presión de 100 psi (700 kpa).
- ✓ Suministrar aire comprimido al secador abriendo paulatinamente la válvula que conecta al compresor con el secador. Ajustar la válvula de drenaje automático para que drene por 10 segundos cada 3 minutos.
- ✓ Luego abrir poco a poco la válvula que conecta al secador con el banco de filtros y mantener este modo de operación hasta que se haya eliminado todo rasgo de impureza a través del punto que se desconectó en el tablero de control del compresor centrífugo.
- ✓ Apagar el compresor, conectar la línea del tablero.
- ✓ Prender nuevamente el compresor, dejar operando por 30 minutos. Luego apagar presionando el swich a la posición de OFF.

4.8.2. Compresor Centrífugo

A. Motor

- ✓ Chequear el ajuste de los pernos de la brida del motor contra el Frame del compresor.
- ✓ Engrasar los rodajes con Chevron Black Pearl EP2 quitando los tapones inferiores de venteo de grasa.

- ✓ Girar el eje del motor para asegurarse que hay libertad de movimientos.
 - ✓ Verificar el voltaje y frecuencia de suministro con la placa del motor.
 - ✓ Chequear con el diagrama eléctrico las conexiones del arrancador y el panel de control MP3.
 - ✓ Limpiar el reservorio de aceite y llenarlo hasta el nivel que indique en el visor, ojo: verificar que el lubricante cumpla con las especificaciones del fabricante del compresor.
 - ✓ Megar las bobinas del motor, si se halla bajo aislamiento proceder con en “estufado” de bobinas.
 - ✓ Setear el temporizador estrella – triangulo a 40 s.
-
- ✓ Estando desacoplado el motor del compresor y el aire de instrumentación ya circulando el sello de carbón y las válvulas de admisión y bypass (el sistema de aire de arranque ya está operando en este momento), darle un “pique” y así chequear su sentido de giro. Para poder realizar esto, en el tablero de control se debe de tener que el switch de modo de operación este en UNLOAD, el botón de STOP debe estar todo tirado para atrás y el switch de LOCAL REMOTE en LOCAL. Luego se debe de poner el switch de CONTROL POWER en ON, con esto se lograra que la bomba de prelubricacion entre en funcionamiento. Pulsar el botón START observando el eje del motor. De ser incorrecto el giro, cambiar la ubicación de 2 líneas de alimentación en el tablero de arranque.
-
- ✓ Una vez satisfecho el sentido de giro, arrancar el motor y mantenerlo girando por espacio de 30 minutos para que la grasa suministrada al rodaje se acomode y se expulse el exceso.
 - ✓ Apagar el motor presionado el botón STOP, luego girar el switch de CONTROL POWER a OFF. Instalar los tapones de venteo de grasa.

B. Controles

Prender nuevamente el tablero MP3 poniendo el switch de CONTROL POWER en ON.

Programar los valores de **alert y shutdown** para las siguientes funciones:

TABLA 25: Parámetros De Emergencia

FUNCIÓN	ALERT	SHUTDOWN
Vibración Etapa 1	0.85 Mils	1.05 Mils
Vibración Etapa 2	0.80 Mils	1.00 Mils
Vibración Etapa 3	0.80 Mils	1.00 Mils
Presión De Lubricación	18 Psi (124.1 Kpa)	16 Psi (110.3 Kpa)
Temperatura De Aceite (Alta)	120 °F (49 °C)	125 °F (52 °C)
Temperatura De Aceite (Baja)	70 °F (21 °C)	65 °F (18 °C)
Temperatura De Aire Etapa 1	120 °F (49 °C)	125 °F (52 °C)
Temperatura De Aire Etapa 2	120 °F (49 °C)	120 °F (49 °C)
Temperatura Aire Descarga	120 °F (49 °C)	120 °F (49 °C)
Temperatura CC	310 °F (154 °C)	340 °F (171 °C)
Temperatura DD	310 °F (154 °C)	340 °F (171 °C)
Temperatura EE	310 °F (154 °C)	340 °F (171 °C)

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 26: Parámetros Tensión Y Presión

PARAMETRO	VALOR
Presión del sistemas	106 psi (730.8 kpa)
Límite de corriente alto (corriente de placa 874 A, y de factor de servicio corregido a $1.15 * 0.97 = 1.12$)	$874 * 1.12 = 980$ A
Banda proporcional	8%
Tiempo integral	12%

Fuente: Elaboración Propia

- ✓ Fijar la presión de aceite en 26 psi (179.3 kpa) con el regulador de presión.
- ✓ Regular la presión de aire de sellos a 10 psi (68.9 kpa) ver lectura en manómetro localizado en interior de tablero de control.
- ✓ Regular la presión de las valvular de admisión y bypass a 65 psi (448.2 kpa) ver lectura en manómetro de cada regulador de válvula.

C. Otras Actividades De Pre Arranque

- ✓ Engrasar manualmente el acople con Chevron Black Pearl EP2, empernar el acople y luego engrasar con pistola. Previamente se debe de desernegizar todo el compresor centrífugo.
- ✓ Destrabar el pin que fija el Bullgear durante el transporte del compresor, reemplazarlo por un tapón.
- ✓ Verificar que estén libres de corrosión, suciedad o materiales extraños al filtro de aire, tubería de admisión, Tubería de descarga, tubería de bypass y tuberías de agua de enfriamiento de instrumentación y de control.
- ✓ Chequear el ajuste de los pernos de anclaje.
- ✓ Girar a mano el acoplamiento para verificar que hay libertad de movimiento.

D. Arranque

- ✓ Suministrar agua de enfriamiento y aire de instrumentación al compresor.
- ✓ Suministrar energía eléctrica al panel de control, tal como se explicó en el párrafo correspondiente a motor.
- ✓ Con la bomba de prelubricacion funcionando, verificar que no hay fuga de aceite y que se mantiene un nivel adecuado.
- ✓ Verificar que la válvula de admisión este cerrada y que la de bypass este abierta.
- ✓ Arrancar el compresor y con cronometro en mano fijar el verdadero tiempo estrella – triangulo. En el presente caso se encontró que el motor alcanzaba su velocidad asíncrona en aproximadamente 32 segundos. Con este valor se fijó también de prelubricacion (35 segundos) que es 3 segundos más que el de estrella – triangulo.

- ✓ Una vez que el compresor haya operado un modo UNLOAD por aproximadamente ½ hora, se procede a hallar el punto de Surge Natural o de máxima presión y también el punto de máximo estrangulamiento de la válvula de admisión o punto de apertura de la válvula de bypass, para esto el switch debe pasar a posición MODULATE.
- ✓ Para apagar el compresor poner en primer lugar el switch de modo de operación en UNLOAD. Una vez que el compresor este trabajando en vacío (válvula de admisión cerrada aproximadamente y válvula de bypass en posición abierta). Presionar el botón STOP tan pronto se acciona este botón, entra en funcionamiento la bomba de prelubricación, la cual deberá de mantenerse funcionando por un lapso de 30 minutos para enfriar gradualmente el equipo. Después se gira el switch CONTROL POWER a la posición OFF.

4.8.3. Secador De Aire Principal (Protocolo)

- ✓ Poner el switch de POWER en la posición OFF.
- ✓ Chequear que el voltaje este de acuerdo al de la placa.
- ✓ Suministrar energía eléctrica al secador, de tal modo que el calentador del cárter del compresor del refrigerante este prendido. Esperar 4 horas para el calentamiento del refrigerante que se encuentra en estado líquido.
- ✓ Quitar los retenedores metálicos de las “patas” del compresor de refrigeración. Estos retenedores son usados para inmovilizar el secador durante su transporte.
- ✓ Aflojar los pernos de estas “patas” hasta que se sienta que el compresor “flota” en sus resortes.
- ✓ Verificar el suministro de agua para el condensador, tanto en flujo como en temperatura.
- ✓ Verificar que las líneas de drenaje estén apropiadamente sujetadas a fin que no se produzcan “chicoteos” de mangueras.
- ✓ Cerrar las válvulas A y C y dejar abierta B.
- ✓ Una vez concluidas las 4 horas de precalentamiento, poner el switch de POWER a ON.

- ✓ Dejar que el secador opere por 30 minutos y chequear después en el display que la temperatura de succión de refrigerante este en el rango de 32 – 55 °F (0 – 13 °C) y la temperatura de descarga en el rango de 140 – 220 °F (60 – 104 °C).
- ✓ Abrir lentamente la válvula A, una vez abierta esta comenzar a abrir la válvula C paulatinamente.
- ✓ Luego cerrar la válvula B y verificar que el condensado está siendo impulsado por las válvulas de drenaje automático. Ajustar la válvula de drenaje automático para que drene por 10 segundos cada 3 minutos. Ojo: siempre es necesario que se haga un precalentamiento de 4 horas si el suministro eléctrico se ha interrumpido por más de 4 horas.
- ✓ Para apagar el secador simplemente ponga el switch de POWER en la posición de OFF.

4.9. COSTO DEL SISTEMA DE COMPRESOR CENTRÍFUGO INGERSOLL RAND PROPUESTO

En la presente evaluación se da a conocer el nuevo diseño e inversión propuesta para la implementación del sistema de compresión de la Empresa Textil Tejidos Pisco S.A.C. en la cual se detallara cálculos de diseño, dimensiones del área ocupada por sistema de compresores, costos generados por la adquisición de maquinarias, costos por consumo de energía eléctrica, costo por instalación de sistemas de tuberías, costo por cimentación y anclajes, costos de repuestos, costos de mantenimientos, etc.

Diseño De Sistemas De Compresores

a) Rendimiento Del Compresor CENTAC

La capacidad del compresor es de 3878.4 acfm

La potencia del compresor es de 789.81 bhp

$$\text{Rendimiento} = 789.81 \text{ bhp} * \frac{100}{3878.4} \text{ acfm} = 20.36/100 \text{ acfm}$$

b) Área Ocupada Por El Compresor Centrifugo CENTAC

$$\text{Área} = 8 \text{ m} * 14 \text{ m} = 112 \text{ m}^2$$

c) Peso Total Del Sistema De Compresión

$$Peso = 9514 \text{ Kg}$$

d) Costo De Mano De Obra De Mantenimiento

$$Costo \text{ De } M.O. = 1 \text{ hombre} * 53 \text{ domingos} * 6 \text{ horas} * US\$ 5.00/h = US\$ 1590.00$$

- e) Costo De Mantenimiento De Torre De Enfriamiento**, la empresa utiliza tratamiento del agua de enfriamiento con una serie de químicos (algicidas, bactericidas, desincrustantes, etc.) y se repone el agua que se evapora con agua obtenida en su planta de osmosis inversa.

El costo anual de este mantenimiento asciende a la suma de **US\$ 9060.00**.

- f) Costo De Energía Eléctrica**, se tiene como datos para el cálculo de costo de energía eléctrica lo siguiente:

- ✓ Tiempo de operación anual es de 7488 horas/año
- ✓ Potencia del compresor **CENTAC** es de 789.81 hp
- ✓ Potencia del secador es de 15 hp
- ✓ 1 hp equivale a 0.7457

$$Potencia \text{ Total instalada} = 789.81 \text{ hp} + 15 \text{ hp} = 804.81 \text{ hp}$$

$$Conversion \text{ a Kw} = \frac{0.7457 \text{ Kw}}{1 \text{ hp}} * 804.81 \text{ hp} = 600.1 \text{ Kw}$$

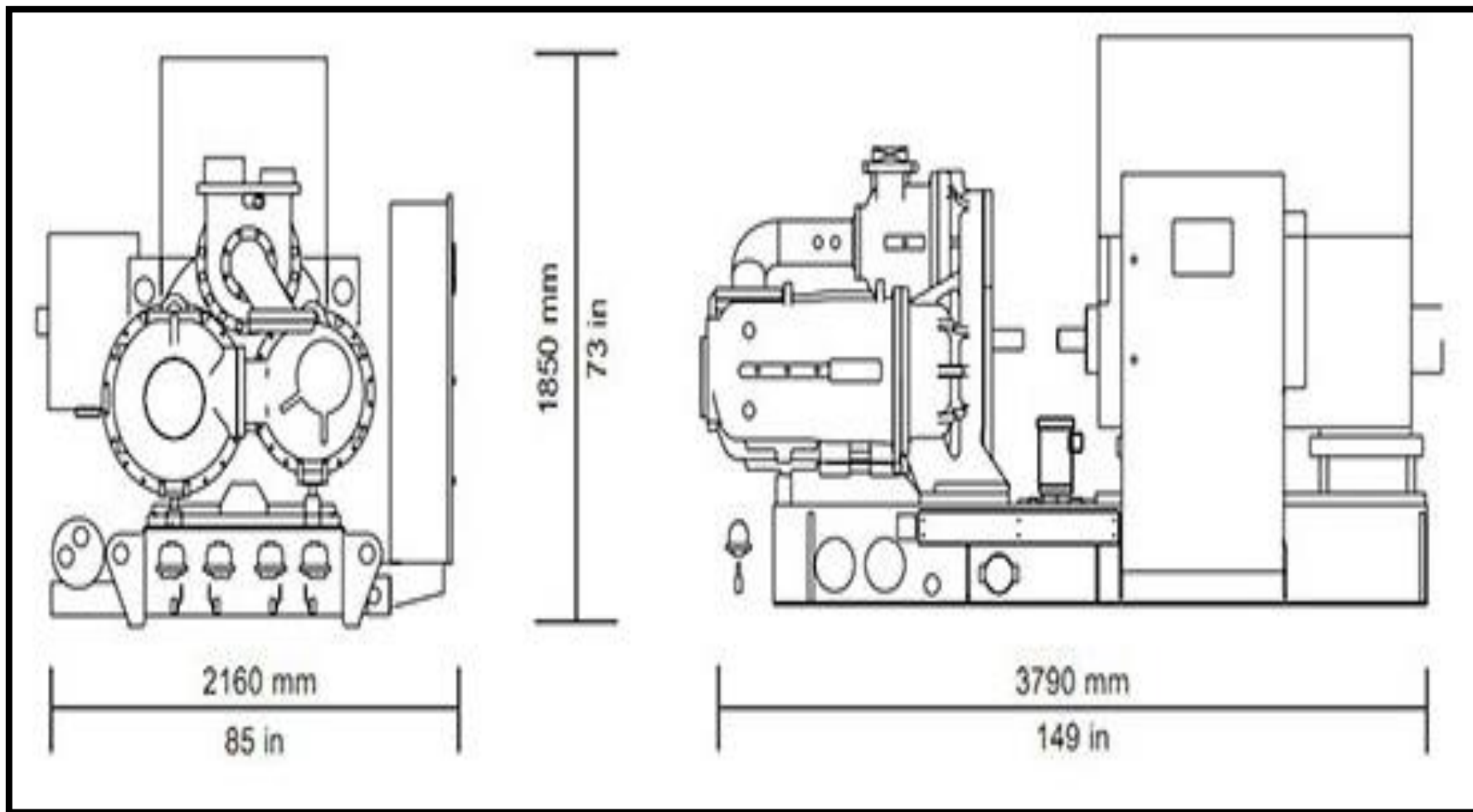
$$Costo \text{ De Energía Eléctrica Kw/h} = 600.1 \text{ Kw} * 7488 \text{ h} * 0.0778 \text{ US\$} \\ = US\$ 349 598.09$$

TABLA 27: Costos De OVERHAUL De Compresor Centrífugo **CENTAC**

ITEM	CANT	DESCRIPCIÓN	PRECIO US DOLLAR	TOTAL US DOLLAR
1		Balanceo Dinámico De 3 Rotores En Fabrica Mayfield	4 800.00	4 800.00
2	3	Cojinete De Empuje Axial	3 173.00	9 519.00
3	3	Cojinetes Radiales	3 135.00	9 405.00
4	3	Sellos De Carbón	3 177.00	9 531.00
5	2	Cojinetes De Bullgear	1 260.00	2 520.00
6	1	Gasket Kit	680.00	680.00
7	1	Reten De Eje	149.00	149.00
8	2	Rodajes De Motor Eléctrico	800.00	1 600.00
TOTAL				38 204.00

Fuente: Elaboración Propia

GRÁFICO 47: Dimensiones De Compresor Centrífugo Ingersoll Rand



Fuente: Elaboración Propia

TABLA 28: Costos De Inversión Inicial Del Compresor Centrífugo Y Compresor De Tornillo

DESCRIPCIÓN	INVERSIÓN INICIAL (US DOLLAR)					
	01 CENTAC			05 SSR		
	CANT	P. UNIT.	P. TOTAL	CANT	P. UNIT.	P. TOTAL
A.1 Compresor	1	215 212.00	215 212.00	5	24 982.00	124 910.00
A.2 Secador	1	31 815.00	31 815.00	4	7 233.00	28 932.00
A.3 Sistema De Arranque	1	8 521.00	8 521.00			
A.4 Obras Civiles			3 979.00			15 140.00
A.5 Sistema De Tuberías			22 953.00			8 996.00
A.6 Drenajes						
A.7 Conexiones Eléctricas						
A.8 Torre De Enfriamiento	1	19652.00	19 652.00			
A.9 Filtro NLM				4	2 274.00	9 096.00
A.10 Rendimiento (Bhp/100 Cfm)	20,32			23,84		
A.11 Área Ocupada (M2)	112,00			182,75		
A.12 Peso Total (Kg.)	9.514,00			16.539,00		
A.13 Acarreo De Aceite	NO			SI		
INVERSIÓN INICIAL			302 132.00			187 074.00

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 29: Costos De Mantenimientos Compresor Centrifugo **CENTAC** Y Compresor De Tornillo **SSR**

GASTOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO - ANUAL (US DOLLAR)						
REPUESTO	01 CENTAC			05 SSR		
	CANT	P. UNIT.	P. TOTAL	CANT	P. UNIT.	P. TOTAL
B.1 Demister	6	58.00	348.00			
B.2 Filtro De Aceite	6	31.00	186.00	40	101	4 040.00
B.3 Filtro Primario De Aire	6	89.00	534.00	40	59.5	2 380.00
B.4 Filtro Secundario De Aire	6	360.00	2 160.00			
B.5 Aceite	55	21.50	1 182.50	212.3	49	10 402.70
B.6 Grasa			120.00			300.00
B.7 Elemento Separador				10	520.6	5 206.00
B.8 Elemento NLM				4	417.2	1 668.80
B.9 Elemento Coalescente	1	51.00	51.00			
B.10 Elemento De Partículas	1	49.00	49.00			
B.11 Elemento Carbón Activado	1	68.00	68.00			
TOTAL ANUAL			4 698.50			23 997.50

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 30: Otros De Operación Compresor Centrífugo **CENTAC** Y Compresor De Tornillo **SSR**

OTROS GASTOS DE OPERACION - ANUAL (US DOLLAR)						
DESCRIPCION	01 CENTAC			05 SSR		
	CANT	P. UNIT.	P. TOTAL	CANT	P. UNIT.	P. TOTAL
C.1 Energía Eléctrica			349 598.09			398 970.60
C.2 Mantenimiento De Torre De Enfriamiento			9 060.00			
C.3 Mano De Obra De Mantenimiento			1 590.00			6 360.00
TOTAL			360 248.09			405 330.60

GASTO TOTAL DE OPERACIÓN ANUAL (US DOLLAR)			
TOTAL		364 946.59	429 328.10

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 31: Costos De Revisión Y Restauración De Motor De Compresor Centrífugo Y Tornillo

COSTOS OVERHAUL (US DOLLAR)						
DESCRIPCION	01 CENTAC			05 SSR		
	CANT	P. UNIT.	P. TOTAL	CANT	P. UNIT.	P. TOTAL
D.1 Programación Overhaul (Años)	7			3		
D.2 Plazo De Ejecución (Días)	20			60		
D.3 Costo De Repuestos			38 204.00			10 181.00
D.4 Mano De Obra			9 000.00			14 250.00
TOTAL OVERHAUL			47 204.00			24 431.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32: Costos De Reparación De Motor De Compresor Centrífugo Y Tornillo Durante Tiempo De Vida De La Máquina

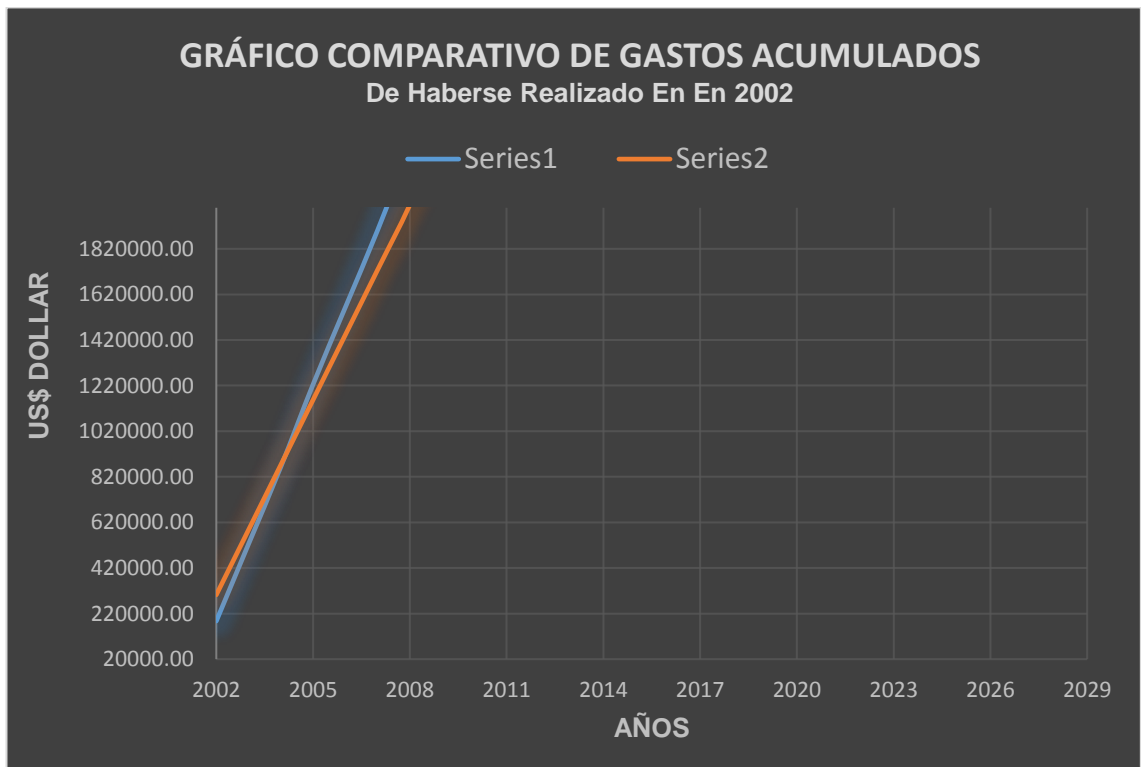
AÑO	01 CENTAC					05 SSR						
	GASTO DE OPERACIÓN	INVERSIÓN INICIAL (21 AÑOS)	OVERHAUL	TOTAL	ACUMULADO	GASTO DE OPERACIÓN	INVERSIÓN EQUIPOS (12 AÑOS)	INVERSIÓN OTROS (21 AÑOS)	TOTAL INVERSIÓN	OVERHAUL	TOTAL	ACUMULADO
1998							162 938.00	24 136.00	187 074.00		187 074.00	187 074.00
1999						429 328.1					429 328.10	616 402.10
2000						429 328.1					429 328.10	1 045 730.20
2001		302132.00		302 132.00	302 132.00	429 328.1				23 431.50	452 759.60	1 498 489.80
2002	364 949.59			364 949.59	667 081.59	429 328.1					429 328.10	1 927 817.90
2003	364 949.59			364 949.59	1 032 031.18	429 328.1					429 328.10	2 357 146.00
2004	364 949.59			364 949.59	1 396 980.77	429 328.1				23 431.50	452 759.60	2 809 905.60
2005	364 949.59			364 949.59	1 761 930.36	429 328.1					429 328.10	3 239 233.70
2006	364 949.59			364 949.59	2 126 879.95	429 328.1					429 328.10	3 668 561.80
2007	364 949.59			364 949.59	2 491 829.54	429 328.1				23 431.50	452 759.60	4 121 321.40
2008	364 949.59		47 205.00	412 154.59	2 903 984.13	429 328.1					429 328.10	4 550 649.50
2009	364 949.59			364 949.59	3 268 933.72	429 328.1					429 328.10	4 979 977.60
2010	364 949.59			364 949.59	3 633 883.31	429 328.1	124 910.00		124 910.00		554 238.10	5 534 215.70
2011	364 949.59			364 949.59	3 998 832.90	429 328.1					429 328.10	5 963 543.80
2012	364 949.59			364 949.59	4 363 782.49	429 328.1					429 328.10	6 392 871.90
2013	364 949.59			364 949.59	4 728 732.08	429 328.1				23 431.50	452 759.60	6 845 631.50
2014	364 949.59			364 949.59	5 093 681.67	429 328.1					429 328.10	7 274 959.60
2015	364 949.59		47 205.00	412 154.59	5 505 836.26	429 328.1					429 328.10	7 704 287.70
2016	364 949.59			364 949.59	5 870 785.85	429 328.1				23 431.50	452 759.60	8 157 047.30
2017	364 949.59			364 949.59	6 235 735.44	429 328.1					429 328.10	8 586 375.40
2018	364 949.59			364 949.59	6 600 685.03	429 328.1					429 328.10	9 015 703.50
2019	364 949.59			364 949.59	6 965 634.62	429 328.1				23 431.50	452 759.60	9 468 463.10
2020	364 949.59			364 949.59	7 330 584.21	429 328.1					429 328.10	9 897 791.20
2021	364 949.59			364 949.59	7 695 533.80	429 328.1					429 328.10	10 327 119.30
2022	364 949.59		47 205.00	412 154.59	8 107 688.39	429 328.1					429 328.10	10 756 447.40
TOTAL				8 107 688.39		TOTAL				10 756 447.40		

Fuente: Elaboración Propia

GRÁFICO 48: Comparación De Gastos Acumulados



Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

4.10. PLAN DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE COMPRESOR CENTRÍFUGO INGERSOLL RAND PROPUESTO

COMPRESOR CENTRIFUGO

Diario:

- ✓ Chequear y registrar temperatura de aceite.
- ✓ Chequear y registrar presión de aceite.
- ✓ Chequear y registrar nivel de aceite.
- ✓ Chequear y registrar nivel de vibración.
- ✓ Chequear y registrar presiones de las Inter-etapas.
- ✓ Chequear y registrar temperatura del aire de admisión.
- ✓ Chequear y registrar temperatura del agua de entrada y de salida.
- ✓ Chequear y soplar las trampas de condensado.
- ✓ Chequear y registrar caída de presión del filtro de aire.
- ✓ Drenar los condensadores de los drenajes de la tubería de descarga y tuberías de bypass.
- ✓ Chequear si hay fugas de aceite, agua o aire.

Bimestral:

- ✓ Cambio de filtro de aceite.
- ✓ Cambio de filtros de aire.
- ✓ Cambio de elemento del "Demister" (desfogue de vapores de aceite).
- ✓ Calibración de válvulas de admisión y de bypass.
- ✓ Limpieza interna del panel de control.
- ✓ Engrasar rodajes de motor.
- ✓ Engrasar acople.
- ✓ Limpieza de trampas de condensado.

Semestral:

- ✓ Inspeccionar válvula Check en la descarga del compresor.
- ✓ Analizar aceite lubricante.

Anual:

- ✓ "Megar" el motor, limpiar las bobinas.
- ✓ Inspeccionar el acoplamiento.
- ✓ Inspeccionar los cojinetes y los dientes del Bullgear.

- ✓ Limpiar los cedazos de succión de aceite.
- ✓ Limpiar el interior de los tubos del enfriador de aceite.

SECADOR PRINCIPAL

Diario:

- ✓ Chequear la operación de los ADVs al menos una vez por turno (8 horas de trabajo).
- ✓ Limpiar los cedazos de válvula de drenaje.
- ✓ Chequear y registrar lo siguiente:
- ✓ LED de "normal Operation".
- ✓ Luces de alarma.
- ✓ Temperatura de succión de refrigerante.
- ✓ Temperatura de descarga de refrigerante.
- ✓ Temperatura de entrada de aire.
- ✓ Temperatura de entrada de agua.
- ✓ Temperatura intermedia de aire.
- ✓ Chequear el visor de refrigerante, registrar si hay "burbujas" o está "limpio" o si el indicador de color esta "amarillo" (húmedo) o "verde" (seco).

Anual:

- ✓ Limpieza interna de los tubos de agua del condensador.

SISTEMA DE AIRE DE ARRANQUE: COMPRESOR PEQUEÑO

Diario:

- ✓ Drenar tanque.
- ✓ Chequear si hay algún ruido o vibración extraña.

Semanal:

- ✓ Chequear nivel de aceite.

Mensual:

- ✓ Chequear, limpiar o cambiar filtro de aire.
- ✓ Chequear si el aceite está contaminado, cambiar si es necesario.
- ✓ Limpiar el aleteado de Intercooler y del Aftercooler.
- ✓ Limpiar bobinas del motor.
- ✓ Chequear manualmente válvulas de seguridad.

- ✓ Limpiar el aleteado del cilindro.
- ✓ Chequear tensión de la faja.
- ✓ Verificar que no haya fugas de aire.
- ✓ Torquear los pernos de la culata.

Anual:

- ✓ Inspeccionar, limpiar o cambiar válvulas de admisión y descarga del compresor.
- ✓ Chequear y lubricar rodajes del motor.
- ✓ Limpiar interior del Aftercooler.

SECADOR PEQUEÑO

Diario:

- ✓ Chequear la operación de los ADVs al menos una vez por turno (8 horas de trabajo).
- ✓ Chequear y registrar lo siguiente:
- ✓ LED de "Normal Operation".
- ✓ Luces de alarma.
- ✓ Temperatura de succión de refrigerante.
- ✓ Temperatura de descarga de refrigerante.
- ✓ Temperatura de entrada de aire.
- ✓ Temperatura intermedia de aire.
- ✓ Chequear el visor de refrigerante, registrar si hay "burbujas" o está "limpio" o si el indicador de color esta "amarillo" (húmedo) o "verde" (seco).

Mensual:

- ✓ Remover el polvo, suciedad u otras partículas extrañas del condensador con una escobilla o con una boquilla de soplado regulada a 30 psi (206.8 Kpa)

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- ✓ En esta tesis se propuso un estudio de factibilidad de renovación de la planta de Aire Comprimido para el incremento de la productividad en la Fábrica Textil Tejidos Pisco S.A.C. Ica 2018.
- ✓ Se elaboró un diagnóstico y descripción de la situación actual de la planta de aire comprimido, estableciéndose planes de acción correctivos necesarios exigidos por el área de producción de la fábrica textil tejidos pisco S.A.C.
- ✓ Se presentó el Diseño e Inversión inicial realizado por el sistema actual de Compresores de Tornillo **SSR INGERSOLL RAND** con una inversión total de **US\$ 187 074.00** muy por debajo de la inversión del sistema de compresores propuesto, siendo este de la misma marca **INGERSOLL RAND**.
- ✓ Mediante la recolección de información: Reportes, Facturas, Formatos, Cuadros Estadísticos, etc. se realizó el análisis del costo de producción y paradas no programadas del sistema de aire comprimido actual. Para el cual se llegó a la conclusión de que la Fábrica Tejidos Pisco S.A.C tiene un costo de producción por hora de **4184.7 US\$/h.** y un costo total por paradas no programadas de **US\$ 282 258.02** en los últimos cuatro años; 2014, 2015, 2016 y 2017.
- ✓ Mediante el empleo de la técnica de observación y análisis documental, utilizando respectivamente sus instrumentos, se recolectó información acerca de las causas que afectan al sistema de aire comprimido en la Empresa Textil.

Determinándose así que existen múltiples razones con diversas variantes que van desde la falta de nuevos equipos, un nuevo diseño de implementación, un análisis del excesivo costo por consumo de energía, falta de concientización e inexperiencia por parte del personal y hasta deficiencias de gestión por parte de la Fábrica Tejidos Pisco S.A.C.

- ✓ Mediante la aplicación de la Metodología Ishikawa – Pareto basado en el enfoque del porque - porque, se logró clasificar a las causas principales y secundarias más significativas que afectan al buen suministro de presión y calidad de aire comprimido al área de producción.
- ✓ Las causas secundarias más significativas clasificadas por la Metodología Pareto permitieron elaborar planes de acción de Mejora de los Sistemas de Aire comprimido. Dentro de los cuales se resaltan como acciones más importantes la renovación de equipos, capacitación y control de operaciones, realizar seguimiento al plan de mantenimiento, capacitación al personal, realizar un plan de producción y analizar los repuestos más adecuados para estos equipos.
- ✓ Se presentó los fundamentos para el proceso de operación, montaje y puesta en servicio exigidos por la empresa internacional **INGERSOLL RAND**. Empresa fabricante industrial diversificado con marcas líderes en el mercado que atienden a clientes en mercados comerciales, industriales y residenciales globales.
- ✓ El sistema de compresor centrífugo propuesto sobresale al antiguo por lo siguiente: (Ver Tab. N° 28)
 - a) Un solo compresor centrífugo reemplaza a una batería de 05 compresores de tornillo **SSR**.
 - b) El área y peso ocupada por el sistema de compresor centrífugo es menor que el necesitado por los compresores de tornillo.
 - c) El consumo de potencia por **Acfm** (pie cubico real por minuto) a comprimir es menor que en el caso del compresor centrífugo.
 - d) La no existencia de partículas de aceite en la línea de telares hace del sistema de compresor centrífugo sea el ideal. Lográndose la producción sin **Shutdowns** de telares.

- e) Presión constante en la línea de telares, lo que no se logra con los compresores de tornillo (desplazamiento positivo).
- ✓ A pesar de tenerse una inversión inicial más grande que la correspondiente al sistema de 05 compresores de tornillo (Ver Tab. N° 28). El sistema descrito en este informe es ventajoso desde el punto de vista de la operación (Ver Tab. N° 30).
 - a) El gasto efectuado en el mantenimiento preventivo del nuevo es muchísimo menor que el que se realiza sobre el de los compresores de tornillo, tanto en repuestos como mano de obra.
 - b) El consumo de energía eléctrica expresado en US\$ dólares es menor en el caso del presente sistema de compresor centrífugo.
 - c) Para finalizar los gastos de operación de este sistema son bastante inferiores en comparación con el sistema antiguo.
- ✓ La programación de una reparación general de un compresor centrífugo es cada 7 años que comparada a la de los compresores de tornillo que es de 3 años, da una ventaja en lo relacionado a producción (eliminación de tiempos muertos). A esto hay que agregar que el tiempo de demora un **OVERHAUL** del compresor centrífugo es de 20 días, mientras que 05 compresores de tornillo tienen un tiempo de duración de 60 días. (Ver Tab. N° 31)
- ✓ También cabe llamar la atención que los compresores de tornillo tienen una vida útil aproximadamente de 12 años, tiempo en el cual se debe efectuar su reemplazo. (Ver Tab. N° 32)
- ✓ Graficando los gastos acumulados expresados en la Tab. N° 32, se puede observar que se tienen ahorros considerables con el sistema nuevo. (Ver Graf. N° 48)
- ✓ De haberse realizado con anterioridad el estudio comparativo de los dos sistemas de compresores (compresor centrífugo vs. Compresores de tornillo), se habría tenido ahorros más que significativos a partir del 3er. Año de operación.

- ✓ Tras el estudio de investigación propuesto se logró la elaboración del plan de mantenimiento preventivo para los equipos críticos de la planta de aire comprimido de la Fábrica Tejidos Pisco S.A.C., orientado a disminuir la ocurrencia de fallas en dichos equipos y en consecuencia aumentar la confiabilidad y la disponibilidad de cada uno de ellos.

5.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar los cambios del sistema de compresión especificado, para que el sistema de aire comprimido satisfaga en cuanto a presión y calidad al área de producción.
- ✓ Colocar manómetros en cada uno de los ramales que conforman las redes de distribución de aire comprimido, para conocer y llevar el control de las presiones existentes en cada uno de ellos. Igualmente se deben disponer de medidores de flujo, que se instalen en la tubería de alimentación de cada línea, en las tuberías principales de alimentación de cada sección y en la tubería principal de aire comprimido, a efecto de establecer los consumos reales de las diferentes líneas y secciones de la planta.
- ✓ Se recomienda la activación del compresor de Modelo **2CV38M3** para aumentar el rendimiento del sistema de aire comprimido del área de producción.
- ✓ Dar cursos de concientización al personal, sobre el costo de la energía utilizada en la compresión del aire.
- ✓ Dar cursos de capacitación a los colaboradores sobre mantenimientos de estos compresores para ayudar a su mejor funcionamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ http://manualarchive.ingersollrandproducts.com/manuals/manuals/instructionbook/MC_manual/MANUAL%20Spanish.pdf
- ✓ http://manualarchive.ingersollrandproducts.com/manuals/manuals/instructionbook/Planning_Manual/planning_C950_Spanish.pdf
- ✓ http://manualarchive.ingersollrandproducts.com/manuals/manuals/instructionbook/Operation_Manual/operation_C950_Spanish.pdf
- ✓ http://oa.upm.es/44248/1/PFC_JORGE_LUCENDO_CASILLAS.pdf
- ✓ http://manualarchive.ingersollrandproducts.com/manuals/manuals/instructionbook/Operation_Manual/C1000_OPERATION.pdf
- ✓ http://manualarchive.ingersollrandproducts.com/manuals/manuals/instructionbook/MC_manual/CMC-2003.pdf
- ✓ <http://www.salvex.com/media/document/Technical%20Specs1.PDF>
- ✓ <http://www.caps.com.au/wp-content/uploads/2012/06/Ingersoll-Rand-Oil-Free-Centac-Compressor.pdf>
- ✓ <http://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&ved=0ahUKEwillJ7BmpvTAhUDQCYKHa5wCaYQFgheMAG&url=http%3A%2F%2F>
- ✓ www.comair.it%2Fdownload_file%2FProduct%2F7%2Fc3000&usg=AFQjCNEw4OdSBPtLswpPATxHCSRjEbd0Hg&sig2=wg08FTUMGCsVOQUe_yK8UQ&bvm=bv.152180690,d.eWE
- ✓ http://www.ingersoll-rand.gr/downloads/m90_110.pdf
- ✓ <http://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0ahUKEwjxi6HkvZDTAhXE4iYKHx2gCzwQFggMAI&url=http%3A%2F%2Fwww.teca.fi>

%2FDownload%2F30337%2Fengineeredcentrifugal.pdf&usg=AFQjCNFJ_qc69Xyx_KqHv0CesKjC7HeohQ&sig2=hsOQZv4mEofHYqilm21AbA

- ✓ http://manualarchive.ingersollrandproducts.com/manuals/manuals/instructionbook/Misc_Manuals/80446149%20C1000%20Parts%20Manual.pdf
- ✓ http://manualarchive.ingersollrandproducts.com/manuals/manuals/instructionbook/Operation_Manual/80446099_REVB.PDF
- ✓ http://www.aircompressor.es/2_INGERSOLL-RAND_air_compressor_3.html
- ✓ https://www.google.com.pe/search?q=cojinete+de+empuje&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwi4tGOI5bTAhWC1CYKHRBWBEQQ_AUIBigB&biw=1301&bih=641#tbm=isch&q=filtros+ingersoll-rand&imgc=_&spf=4352
- ✓ <https://www.mundocompresor.com/articulos-tecnicos/como-funciona-compresor-tornillo-lubricado>
- ✓ http://ingercomponentes.com/OilFree_23079270_Spa.pdf
- ✓ http://manualarchive.ingersollrandproducts.com/manuals/manuals/instructionbook/Planning_Manual/planning_C950_Spanish.pdf
- ✓ <http://www.pegasusconsultores.com/index.php/normas/normas-legales>
- ✓ <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/tesis63.pdf>
- ✓ <http://www.ingenieria.unam.mx/industriales/descargas/documentos/catedra/estudiodeltrabajo01.pdf>
- ✓ <http://ri.ufg.edu.sv/jspui/bitstream/11592/7214/3/677.55-E18p-Capitulo%20II.pdf>
- ✓ http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lcp/zamacona_s_r/capitulo4.pdf
- ✓ <http://www.sni.org.pe/wp-content/uploads/2017/01/Noviembre-2016-Industria-de-productos-textiles.pdf>
- ✓ <https://www.iit.comillas.edu/pfc/resumenes/4fbd219451190.pdf>

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

<p align="center">ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE RENOVACIÓN DE LA PLANTA DE AIRE COMPRIMIDO PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA TEXTIL, ICA 2018</p>					
<p align="center">PROBLEMÁTICA</p>	<p align="center">OBJETIVO</p>	<p align="center">HIPÓTESIS</p>	<p align="center">VARIABLES E INDICADORES</p>	<p align="center">METODOLOGÍA</p>	<p align="center">TÉCNICAS E INSTRUMENTOS</p>
<p>Se identificó algunos problemas tales como; Un ineficiente suministro de aire comprimido al área de producción esto debido a que existe un inadecuado abastecimiento de presión y que la calidad de aire comprimido no es pura a un 100% ya que la cantidad de partículas de aceite en la línea de los telares hace que el sistema de este compresor no sea el ideal y esto se debe a dos problemas muy importantes, por un lado a paradas no programadas que lo van a generar tanto las altas temperaturas de los compresores como la falta de mantenimiento de estos, y por otro lado la caída de presión debido al uso inadecuado del aire comprimido y a las fugas de aire comprimido debido a la falta de mantenimiento de las tuberías.</p> <p>Así mismo en cuanto a su tecnología los compresores son deficientes ya que la vida útil de estos compresores es aproximadamente de 12 años, tiempo en el cual ya se debe de realizar su reemplazo. Existe también la falta de un plan de mantenimiento preventivo debido a la falta de un sistema de planificación generado por el desinterés del área administrativa, y costos de repuestos elevados debido a que existe un único proveedor y falta de personal capacitado para el mantenimiento de este tipo de maquinarias.</p>	<p>OBJETIVO GENERAL: Proponer un estudio de factibilidad de renovación de la planta de aire comprimido para el incremento de la productividad en la Fábrica Textil Tejidos Pisco S.A.C. Ica 2017.</p> <p>OBJETIVOS ESPECIFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Efectuar un diagnóstico actual de la FTP. ✓ Realizar descripción del sistema de aire comprimido actual. ✓ Presentar Diseño e Inversión del sistema actual de Compresores. ✓ Realizar análisis de costo de paradas no programadas. ✓ Realizar encuestas, Ishikawa, Pareto. ✓ Elaborar descripción del sistema de suministro propuesto. ✓ Presentar propuesta de diseño de equipos de sistema propuesto. ✓ Presentar fundamento de Operación, montaje, puesta en servicio y mantenimiento preventivo del sistema propuesto. ✓ Realizar un análisis de inversión del sistema propuesto. 	<p>Si es factible la renovación de la planta de aire comprimido para el incremento de la productividad en una empresa textil, Ica 2018</p>	<p>V. INDEPENDIENTE La factibilidad de renovación de la planta de aire comprimido</p> <p>Indicadores F. económica F. técnica F. operativa</p> <p>V. DEPENDIENTE La productividad.</p> <p>Indicadores Materia prima Maquinaria Recursos humanos</p>	<p>Para poder desarrollar un buen estudio del sistema de aire comprimido nos hemos basado en la metodologías de recopilación de datos, mediante elaboración de listados tanto en lo que respecta a equipos de generación y tratamiento del aire en la parte de suministro, como la maquinaria que utiliza sistemas neumáticos para su operación en la parte de la demanda, así como también la elaboración de diagramas del sistema de distribución de aire con sus distintos ramales.</p>	<p>TIPO: DESCRIPTIVO</p> <p>NIVEL: DESCRIPTIVO</p> <p>MÉTODO: HIPOTÉTICO DEDUCTIVO</p> <p>DISEÑO: No Experimental.</p> <p>POBLACION: Colaboradores Del Área De Producción.</p> <p>MUESTRA: 80 Colaboradores Del Área De Producción.</p>

ANEXO 2

GUIA DE OBSERVACIÓN – LISTA DE COTEJO

OBSERVACIÓN - LISTA DE COTEJO				
ITEMS	INDICADORES	SI	NO	Observaciones
1	Se elaboró con éxito el diagnóstico de la situación actual de FTP.	✓		
2	Se establecieron los planes de acción correctos, exigidos por el área de producción.	✓		
3	Se realizó la descripción del sistema de aire comprimido actual de FTP.	✓		
4	Se realizó el diseño del sistema de comprimido propuesto.	✓		
5	Se realizó los costos de producción y paradas no programadas de FTP.	✓		
6	Se desarrolló con éxito la herramienta planteada.	✓		
7	Se desarrolló con éxito la herramienta planteada.	✓		
8	Se desarrolló con éxito la herramienta planteada.	✓		
9	Se elaboró la descripción del sistema propuesto.	✓		
10	Se presentó fundamento de operación propuesto.	✓		
11	Se realizó el diseño de equipos del sistema propuesto.	✓		
12	Se presentó fundamento de montaje del sistema propuesto.	✓		
13	Se presentó fundamento de puesta en servicio del sistema propuesto.	✓		
14	Se realizó un análisis de inversión del sistema propuesto.	✓		
15	Se realizó un adecuado plan de mantenimiento preventivo del sistema propuesto.	✓		
16	Las conclusiones y recomendaciones son claras.	✓		
TOTAL		100		

PONDERACIÓN: cada criterio equivale a 6.25, sumando el total de 100 puntos.

ANEXO 3

ENCUESTA

Estimado colaborador, esperamos este teniendo un gran día, por favor dedique un momento de su valioso tiempo para responder esta pequeña encuesta; Considerando que su opinión es muy valiosa para nosotros, muchas gracias.

1. ¿Cuál es su edad?

- a) 18 – 23
- b) 24 – 29
- c) 30 – 35
- d) 36 – 41
- e) 42 a mas

2. ¿Cuántos años viene laborando en la Fábrica Textil Tejidos Pisco?

- a) 0 – 5 años
- b) 5 – 10 años
- c) 10 – 15 años
- d) 15 – 20 años
- e) 20 a mas

3. ¿Pertenece al área de producción?

- a) Si
- b) No


4. ¿Cuál es la cantidad total de telares en área de producción?

- a) 0 – 25
- b) 26 – 50
- c) 51 – 75
- d) 76 – 100
- e) 101 a más

5. **¿Del total de telares en el área de producción cuántos están en funcionamiento diario?**
- a) 0 – 25
 - b) 26 – 50
 - c) 51 – 75
 - d) 76 – 100
 - e) 101 a más
6. **¿Con qué frecuencia hay caída de presión de aire comprimido menor de lo requerido en el área de producción?**
- a) 3 veces por mes
 - b) 6 veces por mes
 - c) 9 veces por mes
 - d) 12 veces por mes
 - e) 15 veces a más
7. **¿Usualmente hay pase de agua a los telares por altas temperaturas de los compresores de aire comprimido?**
- a) Si
 - b) No
8. **¿Con qué frecuencia hay paradas no programadas de los compresores en la FTP?**
- a) 1 vez por mes
 - b) 2 veces por mes
 - c) 3 veces por mes
 - d) 4 veces por mes
 - e) 5 veces a más
9. **¿Usualmente hay partículas de aceite en la línea de telares?**
- c) Si
 - d) No

- 10. ¿Qué opina Ud. Acerca de la calidad de aire comprimido brindado por estos compresores en la FTP?**
- a) Muy bueno
 - b) Bueno
 - c) Regular
 - d) Malo
 - e) Pésimo
- 11. ¿Cree Ud. Qué se debería de renovar la planta de aire comprimido en la FTP?**
- a) Si
 - b) No
- 12. ¿Cree Ud. qué habría productos terminados de mejor calidad si se renovara la planta de aire comprimido de la FTP?**
- a) Si
 - b) No
- 13. ¿Cree Ud. qué aumentaría la productividad si se renovara la planta de aire comprimido de la FTP?**
- a) Si
 - b) No
- 14. ¿Estaría Ud. Dispuesto a colaborar con la renovación de la planta de aire comprimido para el incremento de la productividad en la FTP?**
- a) Si
 - b) No
- 15. ¿Qué opina Ud. De la iniciativa de la FTP de renovar la planta de aire comprimido para el incremento de la productividad?**

ANEXO 4

 FORMATO DE REGISTRO DE CONTROL DE HORAS DE MÁQUINAS PARADAS												
Nº De Maquina		Ref.		Mes Y Año				Nº De Hoja				
Días	Horas De Paradas						Total De Minutos Acumulados	Tipo De Parada		Responsable		Observaciones
	Mañana		Tarde		Noche			Prog.	No Prog.	Nombres	Firma	
	Desde	Hasta	Desde	Hasta	Desde	Hasta						
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
TOTAL DE HORAS ACUMULADAS DEL MES												